U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

# ABORDAGEM EXIGENCIAL NA PRODUÇÃO DE CONTEÚDOS DE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS

## Caso de estudo EFM – Coberturas, com aplicação a cobertura inclinada com telha cerâmica

**FILIPE JOSÉ MARTINS BAPTISTA**

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES**

Orientador: Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues

Coorientador: Arquiteta Doutora Patrícia Andreia Ventura Pinto Fernandes Rocha

Versão para Arguência

JUNHO DE 2017

**MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2016/2017**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 http://www.fe.up.pt

À minha Mãe

*"A vida não tem limites, exceto os que tu impões"*

*Les Brown*

**AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues, na qualidade de Orientador da dissertação, por toda a disponibilidade e apoio prestado no esclarecimento de dúvidas, na transmissão de conhecimentos e de experiência.

À Arquiteta Doutora Patrícia Andreia Ventura Pinto Fernandes Rocha, na qualidade de coorientadora, pelo seu valioso contributo no estímulo, esclarecimento de dúvidas e documentação, tornando possível a concretização desta dissertação.

À Professora Doutora Maria Helena Corvacho pela sua gentileza e disponibilidade manifestada na cedência de informação e de documentação.

Aos restantes professores e colegas da FEUP, pela ajuda prestada neste percurso académico e pela troca de informação.

À minha família, que me apoiou incondicionalmente, não só neste trabalho, mas também ao longo dos anos do curso.

A todos os meus amigos pelo seu apoio e incentivo que me motivaram a alcançar os objetivos traçados.

## RESUMO

Em Portugal não é dada a devida importância à manutenção de edifícios e em parte é por isso que se observa um parque edificado degradado, o que contribui para uma perda de valores culturais e patrimoniais. A falta de legislação específica para a prática da manutenção impede o correto comportamento em serviço dos edifícios e dos ciclos de vida dos seus elementos. Deste modo, a presente dissertação insere-se no âmbito da manutenção de edifícios, mais concretamente, na elaboração de conteúdos de manutenção suportados por uma abordagem das exigências de desempenho funcionais requeridas para o Elemento Fonte de Manutenção (EFM) – Coberturas.

Com o intuito de delinear um documento objetivo, foi necessário a produção de conteúdos de manutenção fundamentados no cumprimento exigencial do Elemento Fonte de Manutenção (EFM). Trata-se de uma abordagem inovadora por normalmente assistir-se a uma abordagem tecnológica fundamentada na observação de anomalias. Foi necessário recorrer a uma vasta pesquisa bibliográfica de documentos técnicos nacionais e internacionais, aplicando o contraditório como forma de sistematizar a evolução do conhecimento neste âmbito, através do qual foi possível basear a metodologia de avaliação.

A metodologia de avaliação estabelecida tem como objetivo principal permitir o desenvolvimento de conteúdos de manutenção baseados numa matriz de correlação. Esta matriz corresponde à relação entre as condições de desempenho e o critério de severidade (modo de uso e tipo de exposição) e entre a atitude do utente perante as condições de manutenção e o critério de prioridade na utilização (pouco exigente, moderadamente exigente, muito exigente) avaliando quais os atributos das politicas de manutenção para o Elemento Fonte de Manutenção (EFM) em estudo. A definição de estratégias e políticas de manutenção preventiva permitirá diminuir os encargos com todo o sistema de manutenção. O conteúdo das fichas de dados contempla todos os aspetos referentes a procedimentos, recursos envolvidos, origem de ocorrência de anomalias, grau de importância, prioridade de operação, tempo médio entre intervenções (TMI), entidade responsável pela manutenção e custo das intervenções.

Com base nos resultados, a proposta teórica é validada, com a definição de conteúdos de manutenção para coberturas inclinadas com telha cerâmica. Este estudo permitiu analisar quais os principais conteúdos de manutenção a adotar em função da exposição à ação dos agentes de degradação, como também a uma adequação à atitude do utente, suportado numa abordagem exigencial (desempenho funcional).

Em suma, a dissertação pretende contribuir para a otimização da eficácia da manutenção de edifícios, em especial pela produção de conteúdos de manutenção tipo que possam ser implementados durante a vida útil dos edifícios.


PALAVRAS-CHAVE: Manutenção de edifícios, Eficácia da manutenção, Exigência de desempenho funcional, Critério de severidade, Critério de Prioridade na utilização, Estratégias e Politicas de manutenção, Coberturas.

## ABSTRACT

In Portugal, building maintenance is not an important issue, that is why we observe a degraded built park, which contributes to a loss of cultural and patrimonial values. The lack of specific legislation for the practice of maintenance prevents the correct building behavior in service and the life cycles of their elements. In this way, the present dissertation is related to buildings maintenance, more specifically, the elaboration of maintenance contents supported by an approach to the required functional performance requirements of the Maintenance Source Element (EFM) - Roofs.

In order to outline an objective document, it was required the production of maintenance contents based on the required fulfillment of the Maintenance Source Element (EFM). Furthermore, through a vast bibliographical research of national and international technical documents, applying the contradictory as a form of systematize the evolution of knowledge in this field, it was possible to base the evaluation methodology.

The primary goal of the established evaluation methodology was to allow the development of maintenance contents based on a correlation matrix. This matrix corresponds to the relation between the performance conditions and the criterion of severity (mode of use and type of exposure) and between the attitude of the (Maintenance) and the criterion of priority in the use (not very demanding, moderately demanding, very demanding), evaluating the attributes of maintenance policies for the Maintenance Source Element (EFM) in study. Further clarifications of the preventive maintenance strategies and policies will reduce the burden on the entire maintenance system. The content of the data sheets will include all of aspects regarding procedures, resources involved, origin of anomalies, degree of importance, priority of operation, mean time between interventions (TMI), entity responsible for maintenance and interventions costs.

Based on the results, the theoretical proposal is validated, including the definition of data sheets of maintenance contents for pitched roofs with ceramic tile. This study allowed to analyze the main maintenance contents to be adopted due to the exposure to the agents of degradation, as well as to an adaptation to the user attitude, supported by a demanding approach (functional performance).

In short, the dissertation intended to contribute to the optimization of the building maintenance effectiveness, particularly producing maintenance-type content that can be implemented over the buildings service life.


KEYWORDS: Building maintenance, Maintenance effectiveness, Functional performance requirements, Severity criteria, Priority criteria in use, Strategies and Maintenance policies, Roofs.

**ÍNDICE GERAL**

# 5. ENQUADRAMENTO NORMATIVO E REGULAMENTAR E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO EFM - COBERTURAS

## ÍNDICE DE FIGURAS

## ÍNDICE DE QUADROS

## ÍNDICE DE EQUAÇÕES

## SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACERMI – Association pour la Certification des Matériux Isolants

AFNOR – Associação Francesa de Normalização

APP – Polipropileno Atáctico

BIM – Building Information Modeling

BS – Norma Inglesa

BSI – British Standard Institution

CM – Condition Monotoring

CMMS – Computarized Maintenance Management System

CTCV – Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro

CYPE – Software para Engenharia e Construção

DEA – Data Envelopment Analysis

DL – Decreto Lei

DMS – Document Management System

DTU – Documents Techniques Unifiés

E – Estanqueidade a chamas e gases quentes

EC – Euroconstruct

EC11 – Euroconstruct 11

EFM – Elemento Fonte de Manutenção

EN – Norma Europeia

EPDM – Etileno-propileno-dieno

EU28 – Estudo FIEC para 28 países da Europa

FIEC – Federação Europeia da Industria e Construção

Fs – Propagação das chamas [mm]

GIT – Grande Infraestrutura de Transporte

I – Isolamento térmico

IMPIC – Instituto dos Mercados Públicos do Imobiliário e da Construção

INE – Instituto Nacional de Estatística

IPQ – Instituto Português da Qualidade

ISO – Internacional Organization for Standardization

IST – Instituto Superior Técnico

ITE – Informação Técnica de Edifícios

K – Capacidade de proteção contra o fogo

LCC – Life Cycle Costing

Lden – Indicador de Ruído Diurno-entardecer-noturno

LFC – Laboratório de Física das Construções

Ln – Indicador de ruído noturno

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

NBR – Norma Brasileira

NF – Norma Francesa

NIT – Nota de Informação Técnica

NP – Norma Portuguesa

OC – Origem das Ocorrências

OEE -Overall Equipment Effectiveness

PCS – poder calorífico superior [MJ Kg-1, MJ kg-2 ou MJ m-2, consoante os casos]

PIB – Produto Interno Bruto

PO – Prioridade de Intervenção

Pu – Critério de Prioridade na Utilização

PVC – Policloreto de Vinilo

R – Capacidade de suporte de carga

R&M – Reabilitação e Manutenção

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RE – Capacidade de suporte de carga e Estanqueidade a chamas e gases quentes

REI – Capacidade de suporte de carga e Estanqueidade a chamas e gases quentes e Isolamento Térmico

RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

RGR – Regulamento Geral do Ruído

RJSCIED – Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios

RSA – Regulamento de Segurança e Ações Para Estruturas de Edifícios e Pontes

S – Critério de Severidade

SBS – Estireno-butadieno-estireno

Te – Técnico Especializado

Tf – Tempo de presença de chama «duração das chamas persistentes» [s]

TMI – Tempo médio entre Operações

TPM – Total Produtive Maintenance

UP – Universidade do Porto

Ut – Utente

UT – Utilização Tipo

UV – Ultravioleta

Δm – Perda de massa [%]

ΔT – Aumento de temperatura [ºC]

# 1
# INTRODUÇÃO

## 1.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A manutenção de edifícios tem uma grande importância na maioria dos países desenvolvidos. Estes países economicamente mais fortes já aplicam metodologias na área da manutenção, que têm como objetivo garantir o comportamento em serviço do parque edificado existente. Em Portugal, a manutenção de edifícios, não é uma atividade prioritária, e apesar de já se notar avanços nesta área, ainda falta percorrer um longo caminho até uma aplicação e implementação corrente.

Devido a um grande investimento na construção nova nas últimas décadas, pode verificar-se segundo os dados do Censos 2011 (INE, 2011) que em Portugal, o número de edifícios destinados à habitação é de 3 544 389 e o número de alojamentos de 5 878 756. Relativamente, ao recenseamento de 2001, observa-se um aumento de 12,2% e 16,3%, respetivamente, o que significa que há mais 384 346 edifícios e 823 834 alojamentos. Efetivamente, nas últimas décadas a construção em Portugal tem sido manifestamente impulsionada, podendo ser considerada excessiva em algumas áreas e zonas do país. "*Entre 1991 e 2011 foram construídos mais de 80 000 alojamentos por ano, o que corresponde a construir uma cidade maior que Coimbra, por ano, durante 20 anos*", (INE, 2011).

Mas o aumento de construção nova não foi proporcional às necessidades habitacionais da população, pois segundo os dados do Censos de 2011 (INE, 2011), "*o crescimento dos alojamentos relativamente aos Censos 2001 foi de 16,3%, enquanto o número de famílias aumentou de 11,6% e a população de apenas 1,9%. Portugal tem, hoje, perto de 1 900 000 alojamentos sem ocupação permanente, que consumiram cerca de 200 mil milhões de euros de economias e de capacidade de endividamento das famílias*".

Esta descompensação entre o número de alojamentos existentes e o número de alojamentos necessários para habitação da população, conclui que existe um parque habitacional em que grande parte foi construído recentemente e que parte dele encontra-se sem ocupação permanente. Ainda segundo os dados dos Censos 2011 (INE, 2011), o estado de conservação dos edifícios de habitação, revela que 1,7% dos edifícios que se encontravam muito degradados e 27,3% necessitavam de reparação, representando cerca de 1 027 872 edifícios habitacionais sem abranger os edifícios em ruinas e edifícios não habitacionais com necessidades de reparação.

Com a quantidade de alojamentos sem ocupação e edifícios de habitação com necessidades de reparação, torna-se necessário a inclusão da manutenção no parque habitacional. Segundo Flores-Colen (2002) "*a manutenção é considerada cada vez mais um elemento decisivo na gestão dos edifícios e um peso*

*importante em termos de despesas globais ao longo da vida útil dos edifícios, suas instalações e equipamentos, sendo o único meio para aumentar o tempo de vida, impedindo o envelhecimento precoce do parque habitacional que culmina em imprevisíveis derrocadas e perdas de vidas humanas*".

A manutenção de edifícios é normalmente associada a um conjunto de ações desenvolvidas já na fase de utilização das edificações, mas as ações de manutenção devem ocupar um papel importante durante a fase de conceção. Esta incorporação das ações de manutenção nas fases iniciais do projeto justifica-se pelo facto de a maior parte das anomalias registadas durante o período de vida útil das edificações terem origem em decisões efetuadas nessas fases iniciais. (Chamosa e Ortiz, 1984)

A necessidade da manutenção dos edifícios é evidente, mas em Portugal não existe legislação nacional especifica para ações de manutenção. Aqui se identifica a problemática da dissertação. É essencial desenvolver conteúdos que contenham estratégias e políticas de manutenção adequadas e necessárias, implementadas no decorrer da vida útil, que correspondam tanto aos objetivos e âmbito definidos em projeto, como também à satisfação dos utentes.

Associada a esta problemática está a "*relação entre os objetivos da manutenção e os resultados obtidos*", denominada de eficácia da manutenção segundo a Norma Portuguesa EN 13306 (2007). A utilização do termo eficácia da manutenção, associada à implementação de procedimentos que contribuem para um comportamento em serviço espectável, é aplicável aos vários elementos do edifício. Segundo Calejo (2001), o edifício deve ser dividido em subsistemas, denominando as diferentes zonas/elementos ou componentes construtivos por Elementos Fonte de Manutenção – EFM.
Esta divisão é justificada pelo facto de existirem elementos do edifício com diferentes velocidades e formas de degradação "*sobre o qual é possível estabelecer, ou dispor de registos descritores de funcionamento*". (Calejo Rodrigues, 2001)

O trabalho de investigação presente na dissertação é aplicado e validado para o EFM – Coberturas. As coberturas são objeto de um grande número de anomalias nos edifícios. Trata-se de um elemento do edifício que está constantemente sujeito a efeitos atmosféricos que são independentes e por vezes imprevisíveis e que contribuem para uma maior rapidez na deterioração e deformação dos materiais que as constituem.

Como os conteúdos na área da manutenção de coberturas ainda não estão suficientemente desenvolvidos e regulamentados, torna-se necessário o desenvolvimento de um conjunto de fichas de dados que parametrizem os vários atributos das políticas de manutenção.

## 1.2. ÂMBITO E OBJETIVOS DE INVESTIGAÇÃO

O desenvolvimento desta dissertação decorre do interesse em aprofundar o conhecimento da atividade da manutenção de edifícios, e da noção de que é fundamental a existência de bases de dados com informação sistematizada que possa servir de suporte ao desenvolvimento de conteúdos de manutenção que possam ser implementados e atualizados durante todo o ciclo de vida de um edifício.

Deste modo serão realizados vários estudos analíticos, para fundamentação do objetivo principal proposto de validação de conteúdos que incluam pressupostos de eficácia da manutenção. Assim, foi definido o seguinte conjunto de objetivos complementares:

- Análise do sector da construção ao nível da manutenção de edifícios em Portugal e no contexto Europeu;

- Reunir um conjunto de informação sobre manutenção de edifícios, designadamente sobre: estratégias de manutenção, operações de manutenção, políticas de manutenção e manuais de manutenção;
- Caracterização e síntese da metodologia a adotar no trabalho, nomeadamente, quais as condições e critérios de avaliação a adotar na matriz de correlação em que o método se baseia;
- Elaborar uma base de dados com informação técnica relativa ao Elemento Fonte de Manutenção – Coberturas, incluindo uma tipificação das soluções construtivas de coberturas correntes na construção;
- Estabelecer um conjunto de critérios de avaliação para o Elemento Fonte de Manutenção – Coberturas, que permitam adequar as estratégias e politicas de manutenção face às necessidades exigênciais;
- Compilação de um conjunto de fichas de dados de conteúdos de manutenção sobre o EFM- Coberturas - que incluam a determinação de um conjunto de políticas adequadas com base nos critérios de avaliação anteriormente desenvolvidos.

Assim sendo, estes objetivos direcionam-se no sentido de salientar a importância da definição de um conjunto de medidas que contribuam para garantir a eficácia da manutenção dos edifícios, neste caso em particular, do EFM - Coberturas.

## 1.3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A metodologia de investigação da dissertação baseia-se num projeto de investigação elaborado na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto pela arquiteta doutora Patrícia Fernandes Rocha denominado de "Eficácia da Manutenção. Abordagem integrada do processo construtivo. Critério de severidade e de prioridade na utilização".

A metodologia de avaliação desenvolvida teve como objetivo principal estimar a eficácia da manutenção através do desenvolvimento de conteúdos baseados numa matriz de correlação a que corresponde a relação entre as condições de desempenho e o critério de severidade (modo de uso e tipo de exposição) e entre a atitude do utente perante as condições de manutenção e o critério de prioridade na utilização (pouco exigente, moderadamente exigente, muito exigente) avaliando quais os atributos das politicas de manutenção para os vários Elementos Fontes de Manutenção – EFM.

## 1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho desenvolvido na dissertação encontra-se dividido em 6 capítulos, referências bibliográficas e anexos, apresentando quatro partes fundamentais. A primeira parte, referente ao estado do conhecimento da manutenção de edifícios, a segunda parte relacionada com a apresentação da metodologia de avaliação desenvolvida para estimar a eficácia da manutenção, a terceira parte alusiva ao Elemento Fonte de Manutenção (EFM) - Coberturas, e por último, apresenta-se a elaboração de um conjunto de fichas de dados de conteúdos baseados numa abordagem exigencial para o EFM objeto de estudo.

No **Capítulo 1** – Introdução, abordam-se questões relacionadas com o tema a desenvolver, expondo qual o âmbito, objetivos e a metodologia que o autor considera para a realização da dissertação.

No **Capítulo 2 -** Estado do conhecimento, é feita uma síntese do conhecimento acerca da atividade e conceitos que envolvem a manutenção de edifícios, resultado de uma pesquisa bibliográfica, em que é apresentada a evolução e o contraditório de determinados conceitos que são considerados relevantes para um entendimento orientador do tema proposto.

No **Capítulo 3** – Metodologia de avaliação, abordam-se todos os aspetos referentes à aplicação da metodologia proposta na dissertação, como sendo, a identificação dos pressupostos para o desenvolvimento da metodologia, a explicação das variáveis envolvidas e quais os pressupostos que pretende atingir.

No **Capítulo 4 -** Conteúdos de manutenção para o EFM – Coberturas, é elaborado o enquadramento do Elemento Fonte de Manutenção – Coberturas, assim como uma tipificação de soluções construtivas para coberturas.

No **Capítulo 5** – Critérios de avaliação do EFM – Coberturas, é estabelecido o conjunto de critérios de avaliação para o Elemento Fonte de Manutenção – Coberturas, suportado por um enquadramento normativo e regulamentar.

No **Capítulo 6 -** Fichas de dados, são desenvolvidos conteúdos de manutenção tipo para o EFM – Coberturas, bem como a aplicação a uma solução construtiva, cobertura inclinada com telha cerâmica.

No **Capítulo 7** – Conclusões, apresentam-se as principais conclusões decorrentes do desenvolvimento e validação do trabalho, com referência às dificuldades encontradas na sua execução e propondo eventuais desenvolvimentos para trabalhos futuros.

# 2
# ESTADO DO CONHECIMENTO

## 2.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Neste Capítulo são abordados conceitos relacionados com a manutenção de edifícios e com a gestão da manutenção de edifícios. De forma a que o leitor compreenda melhor os conceitos, o Capítulo divide-se em quatro partes.

Numa primeira parte, aborda-se o conceito genérico da manutenção de edifícios e outros que permitam estabelecer pontos-chave da evolução do conceito. Também se faz uma retrospetiva no domínio da manutenção em Portugal e no contexto europeu, suportada em dados estatísticos.

Na segunda parte, introduzem-se conceitos mais específicos e do âmbito da manutenção de edifícios, como sendo, a gestão de edifícios, as operações de manutenção, as politicas e estratégias de manutenção, os custos de manutenção, o plano de manutenção, os Elementos Fonte de Manutenção (EFM), a vida útil e a eficácia da manutenção.

Na terceira parte, é feita uma síntese dos principais trabalhos de investigação e publicações internacionais e nacionais. Também é realizada uma análise bibliométrica dos elementos enunciados ao longo de todo o documento.

## 2.2. MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS

### 2.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O conceito de manutenção de edifícios foi aprofundado e normalizado devido a um esforço por parte dos países mais avançados no período pós-guerra (século XX). Desde então têm surgido pela Europa e não só, definições normalizadas do conceito. Flores-Colen (2002) Para um melhor entendimento do leitor, é apresentado no Quadro 1 uma síntese com as principais normas e respetivas definições e conceitos relacionados com a manutenção de edifícios.

Quadro 1 - Quadro síntese das principais definições do conceito de manutenção de edifícios. (adaptado de Fernandes Rocha, 2014)

| Documento | Origem | Definição de Manutenção de Edifícios |
|---|---|---|
| **BS 3811** | BSI, 1984, UK | "*Combinação de todas as ações levadas para manter o edifício ou para reabilitar até uma condição aceitável. A manutenção de um edifício inclui tarefas como a limpeza, a inspeção, a reparação e a substituição dos vários sistemas ou componentes do edifício.*" |

| Documento | Origem | Definição de Manutenção de Edifícios |
|---|---|---|
| **BS 8210** | BSI, 1986, UK | "*Conjunto de operações e atividades, excluindo as limpezas diárias ou de rotina, necessárias à manutenção do desempenho do edifício e dos seus serviços.*" |
| **NF X 60 010** | AFNOR, 1994, França | "*Conjunto de ações que permitem manter ou recuperar um bem num estado especificado ou com possibilidade de fornecer um serviço determinado*." |
| **NBR 5674** | ABNT, 1999, Brasil | "*Conjunto de atividades com o objetivo de conservar o nível de desempenho ou a capacidade funcional do edifício e de atender às necessidades e segurança dos utentes*." |
| **ISO 6707-1** | ISO, 2004, Organização Internacional | "*Combinação de ações técnicas e respetivos procedimentos administrativos que durante a vida útil dum edifício se destinam a assegurar que este desempenhe as funções para que foi dimensionado*." |
| **ISO 15686-1** | ISO, 2011, Organização Internacional | "*Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, levadas a cabo num edifício, como fim de manter ou devolver aos elementos e componentes um estado que lhes permita desempenhar as funções para que foram projetados*." |
| **NP EN 13306** | IPQ, 2007, Portugal | "*Combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou a repô-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida*." |
| **"*Curso sobre Conservação e Reabilitação de edifícios recentes*"** | LNEC, 2002, Portugal | "*Intervenção periódica destinada à prevenção ou à correção de ligeiras degradações das construções para que estas atinjam o seu tempo de vida útil, sem perda de desempenho*." |

Atualmente a definição que melhor se adapta ao conceito de manutenção de edifícios é dada pela norma ISO 15686-1 (ISO, 2011) uma vez que algumas das normas identificadas consideram outros processos como o de conservação, recuperação, renovação e beneficiação integrantes no processo da manutenção. (Fernandes Rocha, 2014)

### 2.2.2. A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS

A manutenção de edifícios é uma área ainda pouco abordada no âmbito da construção civil, ao contrário da manutenção industrial que apresenta um grande desenvolvimento a nível global. Apesar desta falta de interesse geral, entende-se ser relevante recolher informação sobre esta temática, nomeadamente em estudos e publicações internacionais e nacionais.

Para Dann, Worthing, e Bond (1999), a manutenção pode ser vista de forma diferente quando se trata de edifícios novos e existentes sem valor histórico e quando se trata de edifícios com valor histórico. O objetivo essencial da manutenção, quando se trata de edifícios novos e sem valor histórico, é manter uma continuidade das suas funções, como por exemplo a estanquidade, aparência e segurança. Por outro lado, quando se trata de edifícios com valor histórico, além da continuidade da função, a preservação do edifício com as suas características originais é importante por causa do seu valor cultural, pois o edifício é considerado como um artefacto.

Arditi e Nawakorawit (1999b) referem que os edifícios começam a deteriorar-se a partir do momento que são finalizados e, nesse momento, começa a necessidade de manutenção. O custo elevado da construção nova tornou o tema da manutenção de edifícios mais corrente na atualidade.

Num outro estudo, David e Manop (1999a) mencionam que os edifícios modernos são projetados para atender padrões de construção mais elevados do que em tempos anteriores. Como resultado, a influência

da manutenção de edifícios é maior que nunca. A questão da manutenção de edifícios é universal e a sua consideração na fase de conceção é de grande importância no desempenho futuro do edifício.

Horner, El-Haram, e Munns (1997) definem uma nova abordagem em relação à manutenção, onde o objetivo é realizar a menor manutenção possível, o menos frequentemente possível, preservando ao mesmo tempo a disponibilidade dos serviços, dos elementos de construção e do edifício em geral.

Kerr (2013) reconhece explicitamente a preeminência da manutenção como um processo de conservação dos edifícios. O autor afirma que independentemente da natureza da manutenção, quer seja ela a um nível arquitetónico, mecânico ou botânico, a prevenção é sempre melhor que a reparação dos danos.

Tal como Kerr (2013), Korka, Oloufa e Thomas (1997) consideram que os objetivos da manutenção são considerados universais, independentemente do ambiente de manutenção em que o elemento em estudo se insere.

### 2.2.3. Manutenção Versus Reabilitação

Atualmente verificam-se ainda dificuldades no estabelecimento da fronteira entre as atividades de manutenção de edifícios e as atividades de reabilitação de edifícios. Frequentemente os termos de reabilitação e de manutenção são expressos como se tivessem igual significado, no entanto, os dois termos têm objetivos diferentes no que se refere ao grau de desempenho que pretendem alcançar.

Calejo Rodrigues (2001) faz a diferenciação entre os termos manutenção e reabilitação com base num referencial tempo-qualidade onde é caracterizado o decaimento do desempenho do edifício. Na Figura 1 expõe-se "*uma curva de conceção teórica onde é possível observar algumas das noções importantes para o modelo do comportamento que se pretende desenvolver*", dos quais as ações de manutenção e reabilitação.

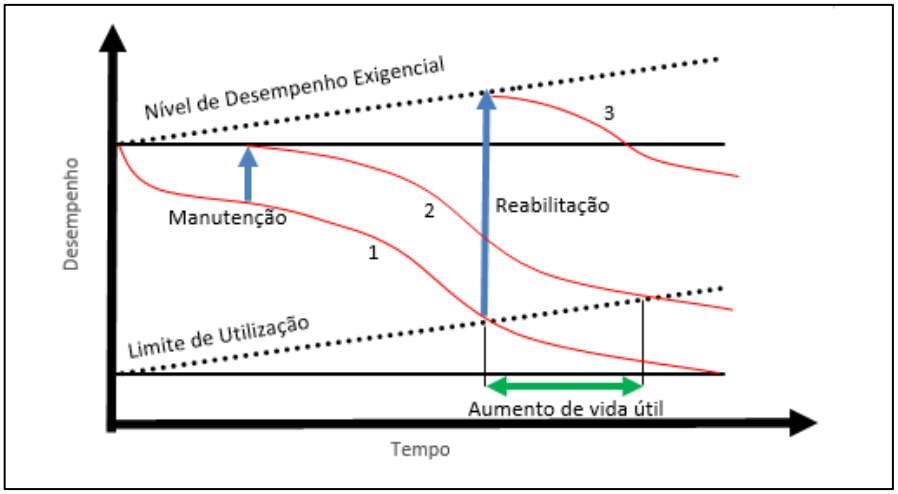



Figura 1 - Desempenho de um edifício ao longo do tempo. (adaptado de Calejo Rodrigues, 2001)

Através da análise da Figura 1, observa-se a vermelho as curvas correspondentes ao nível de desempenho do edifício a partir do momento que é finalizada a sua construção. A linha 1 representa a variação do nível de desempenho de um edifício que não é submetido a qualquer ação de intervenção. É possível observar um decaimento prematuro de desempenho, por vezes, relacionado com erros de construção ou de projeto, esta fase chama-se de "juventude". Em seguida o edifício apresenta uma estabilização do nível de desempenho, correspondente à vida útil corrente do edifício. A fase final é

caracterizada por novo decaimento do nível de desempenho que corresponde à fase de envelhecimento do edifício, no qual o ritmo de degradação sofre uma aceleração.
Tanto o nível de desempenho exigencial como o limite de utilização são influenciados pelo surgimento de novas exigências normativas e regulamentares a nível de estabilidade do edifício, segurança contra incêndios, durabilidade dos materiais, conforto térmico e acústico, entre outros. Por isso no gráfico são caracterizados por uma reta com inclinação positiva e não a uma reta horizontal.
Em relação às ações de manutenção, resultam num aumento da vida útil do edifício devido à elevação do seu nível de desempenho, conforme mostra a linha 2. Embora a manutenção corresponda a um aumento do nível de desempenho do edifício, este aumento nunca ultrapassará o nível de desempenho inicial do edifício.
Já a reabilitação, conforme a linha 3, é uma ação que permite reequacionar o desempenho do edifício, elevando-o a níveis de desempenho exigencial do momento.
É importante salientar que o gráfico representa apenas uma linha teórica do nível de desempenho do edifício. Na realidade, a linha pode sofrer variações por influência de diversos fatores externos ao edifico como uso indevido, acidentes, desastres naturais, entre outros.

## 2.3. Enquadramento do Domínio da Manutenção de Edifícios

### 2.3.1. Na União Europeia

A atividade da manutenção de edifícios na União Europeia, é vista com grande interesse por parte dos países mais desenvolvidos, pois representa a garantia de um parque habitacional funcional e uma melhor qualidade de vida dos utentes. Esta preocupação pela manutenção pelos países desenvolvidos deve-se a dois períodos importantes, um período pós-guerra e um outro período caracterizado pela estagnação do crescimento populacional. Um primeiro, no qual os países foram obrigados a reconstruir as suas cidades e a tomar importantes decisões acerca dos edifícios que restavam da guerra, tendo sido abordados os aspetos relacionados com a durabilidade e viabilidade económica. Um segundo, a que corresponde um período de estagnação do crescimento da população e que por influência de um conforto económico, levou a industria da construção a focar-se na área da reabilitação e da manutenção dos edifícios existentes. (Flores-Colen, 2002)

O mesmo não se passou em Portugal, que, ao contrário da maioria da Europa, não foi sujeito aos períodos relatados no paragrafo anterior. Por isso, talvez a manutenção e reabilitação não tenham ainda uma grande importância no nosso país.

A manutenção de edifícios, apesar de ser considerada como um dos pilares para um bom desempenho dos edifícios em serviço, ainda não apresenta dados estatísticos unicamente relacionados com a manutenção. Os dados estatísticos disponíveis fazem sobretudo referência à manutenção de edifícios como integrante da reabilitação de edifícios, sendo mencionados como reabilitação e manutenção ou renovação e manutenção (R&M).

A indústria da construção é influenciada por diversos fatores tais como a economia, a demografia, entre outros, por isso é apresentada uma série de relatórios e estudos estatísticos, realizados por organismos tais como, o Instituto dos Mercados Públicos do Imobiliário e da Construção (IMPIC), Instituto Nacional de Estatística (INE) e pela Federação Europeia da Indústria e Construção (FIEC).

Segundo o relatório anual da IMPIC (IMPIC, 2016), referente até ao ano de 2015 e baseado nos dados do *Euroconstruct11* (EC, 11), constituído por representantes do setor da construção de 18 países: Áustria, Bélgica, Republica Checa, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Hungria, Itália, Países Baixos, Noruega, Polónia, Portugal, Eslováquia, Espanha, Suécia, Suíça e Inglaterra; nos anos de 2009 e 2012 foram registadas quedas acentuadas na produção da construção em vários países da Europa.

Na Figura 2 pode-se observar a variação do crescimento da construção nos países do *Euroconstruct11* e a comparação com Portugal ao longo dos últimos anos e uma previsão para os seguintes, retirando-se as seguintes conclusões:

- Entre o período de 2008-2009 regista-se um decréscimo na produção da construção tanto nos países do *Euroconstruct11* como em Portugal;
- Entre o período de 2009-2011 a indústria da construção a nível dos países do *Euroconstruct11* consegue inverter a taxa de crescimento negativa, alcançando uma taxa positiva, embora pequena. Portugal apesar de ter recuperado no ano de 2010, em 2011 volta a registar valores semelhantes a 2009;
- Entre o período de 2011-2012 a indústria da construção volta a sofrer uma queda na produção;
- A partir do ano de 2012 a produção na construção tem vindo a aumentar, e prevê-se que nos anos de 2016 e 2017 continue a crescer;
- Portugal foi um dos países mais atingidos pela recessão dos últimos anos, tendo registado diminuições no Produto Interno Bruto (PIB) de -4,0%, em 2012, segundo a "*81ª Conferência do Euroconstruct*" (EC, 2016);
- É possível constatar que o PIB e o setor da construção variam de uma forma semelhante, pois o setor da construção, em Portugal, chegou a representar 7,3% do PIB em anos anteriores.

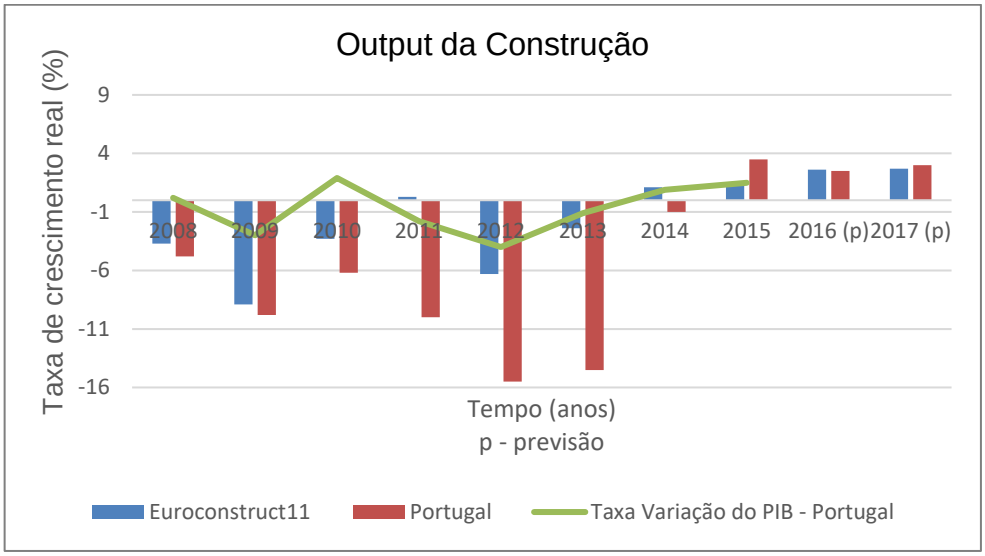



Figura 2 - Percentagens da taxa de crescimento da construção nos países do Euroconstruct11 e Portugal. (adaptado de IMPIC, 2016)

No mercado da construção, ao nível do segmento dos edifícios residenciais, os países do Euroconstruct11 e Portugal apresentaram também algumas variações na produção. Para melhor compreender a evolução da construção são representados dois indicadores, a construção nova e a renovação e manutenção, conforme ilustra a Figura 3, retirando-se as seguintes conclusões:

- A produção da construção nova e da renovação e manutenção obteve valores mínimos nos anos de 2009 e 2012 tanto nos países do Euroconstruct11 como em Portugal;
- É possível constatar que Portugal apresenta, tanto a nível da construção nova como a nível da renovação e manutenção, um atraso face aos países do Euroconstruct11;

- No ano de 2015, Portugal já apresentou valores positivos para ambos os indicadores, prevendo-se uma estabilização do segmento tanto a nível de construção nova como a nível da renovação e manutenção (R&M) para os anos seguintes.

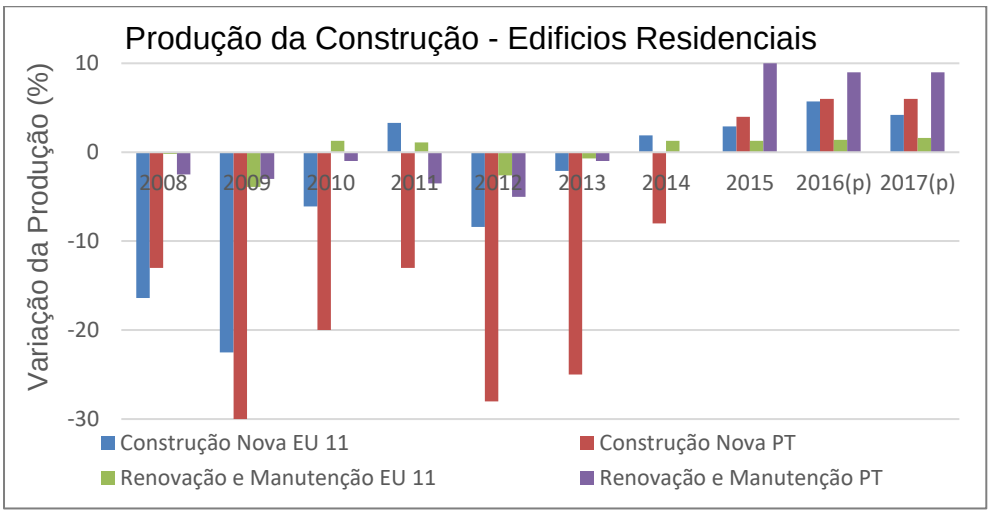



Figura 3 – Variação da produção na construção de edifícios residenciais nos países do Euroconstruct11 e em Portugal. (adaptado de IMPIC ,2016)

Na Figura 4 apresenta-se o segmento dos edifícios não residenciais, que, tal como os edifícios residenciais, é feita a divisão entre a construção nova e a renovação e manutenção (R&M) para os países do Euroconstruct11 e para Portugal. Da observação da Figura 4 pode-se retirar as conclusões:

- A nível da construção nova, verifica-se que em Portugal as variações da produção foram menores para os edifícios não residenciais quando comparadas com os edifícios residenciais;
- A nível da renovação e manutenção, Portugal registou um pico na taxa de variação da produção para edifícios não residenciais em 2010;
- Tal como nos edifícios residenciais, os edifícios não residenciais em Portugal apresentam um atraso face aos países do Euroconstruct11;
- Prevê-se uma variação positiva constante para os anos de 2016 e 2017.

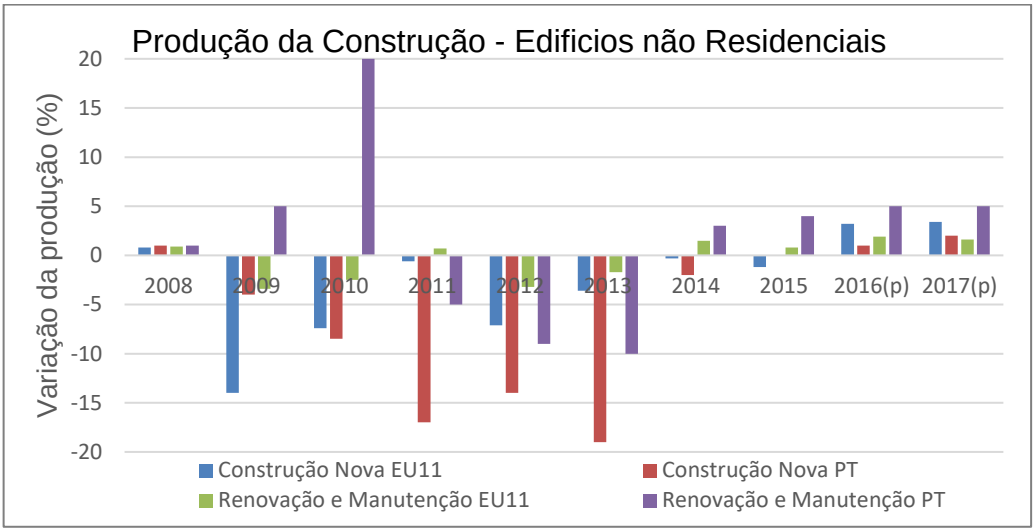



Figura 4 – Variação da Produção na construção de edifícios não residenciais nos países do Euroconstruct11 e em Portugal. (adaptado de IMPIC ,2016)

Segundo o relatório anual de 2016 (FIEC, 2016), a indústria da construção representava no final de 2015, 8,5% do PIB da EU28 (estudo para 28 países da Europa), e segundo os dados presentes no gráfico da Figura 5, a construção dividia-se em 4 setores diferentes. Da Figura 5 retiram-se as seguintes conclusões:

- Os setores encontram-se bastante equilibrados, sendo que a construção de obras de engenharia civil (19,20%) é a que apresenta um menor peso a nível europeu, seguida dos edifícios residenciais (21,30%). A reabilitação e manutenção de edifícios (27,70%) apenas se encontra ultrapassada pelos edifícios não residenciais (31,80%).

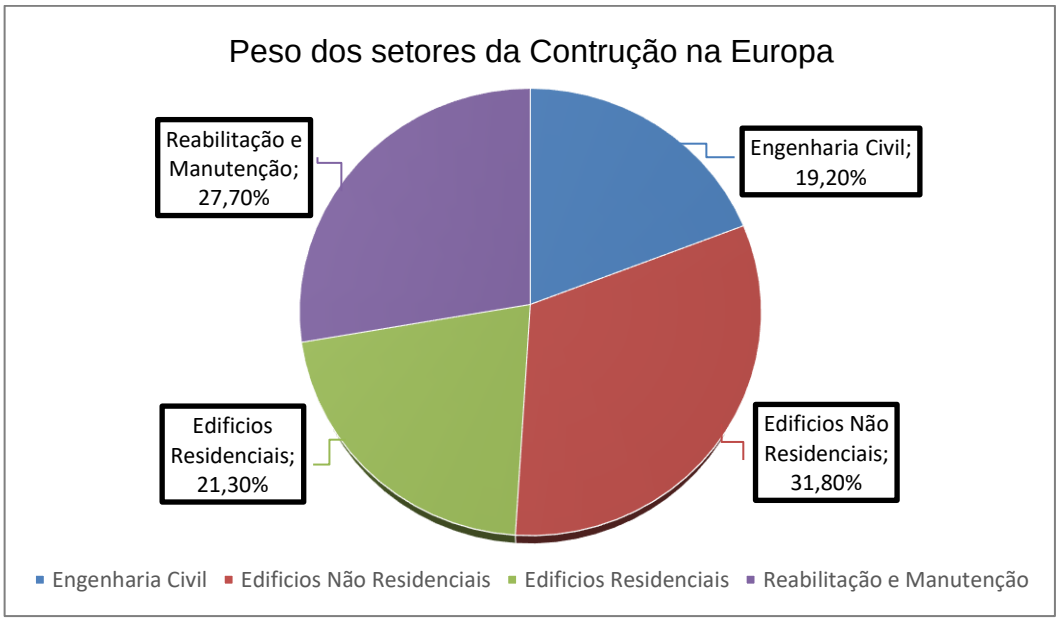



Figura 5 – Peso (%) dos setores da Construção na Europa. (adaptado de FIEC ,2016)

### 2.3.2. Em Portugal

Atualmente em Portugal é possível observar um parque habitacional em que existem muitos edifícios degradados e sem ocupação. Este panorama deve-se essencialmente a um desfasamento entre indicadores relacionados com a população e a construção. Estima-se, segundo os Censos 2011 (INE 2011), que entre 2001 e 2011 a população tenha aumentado em 1,9% e o número de famílias em 11,6%, enquanto que o número de edifícios tenha aumentado em 12,2% e o número de alojamentos em 16,3%. A Figura 6 apresenta a evolução do número de famílias clássicas face ao número de alojamentos familiares clássicos desde 1970 até ao ano de 2011.

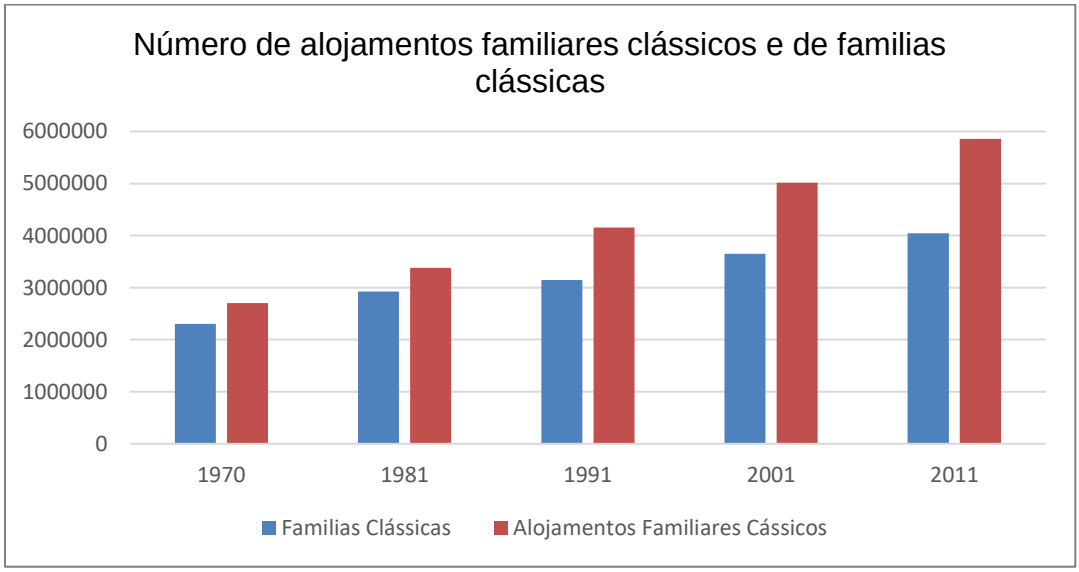



Figura 6 – Número de alojamentos familiares clássicos e de famílias clássicas entre 1970-2011. (adaptado de INE, 2013)

Considerando os dados presentes no gráfico da Figura 6, em 2011 existiam em Portugal 1,45 alojamentos clássicos por família e entre 1981 e 2011 a taxa de crescimento do número de alojamentos familiares clássicos excedeu a taxa de crescimento das famílias clássicas (INE, 2013). Esta situação leva a que o segmento da construção nova tenha uma menor potencialidade de mercado nos anos futuros e a que o segmento da manutenção e reabilitação se afigure com maior importância.

Em relação ao estado de conservação dos edifícios em 2011, segundo um estudo do INE (INE, 2013), a maioria dos edifícios em Portugal não apresentava necessidades de reparação (71%) e a proporção dos edifícios que necessitavam de reparações diminuía à medida que aumentava o grau das reparações necessárias, ou seja, a percentagem de edifícios muito degradados era de 2% enquanto a percentagem de edifícios com pequenas necessidades de reparação era de 17% (Figura 7).

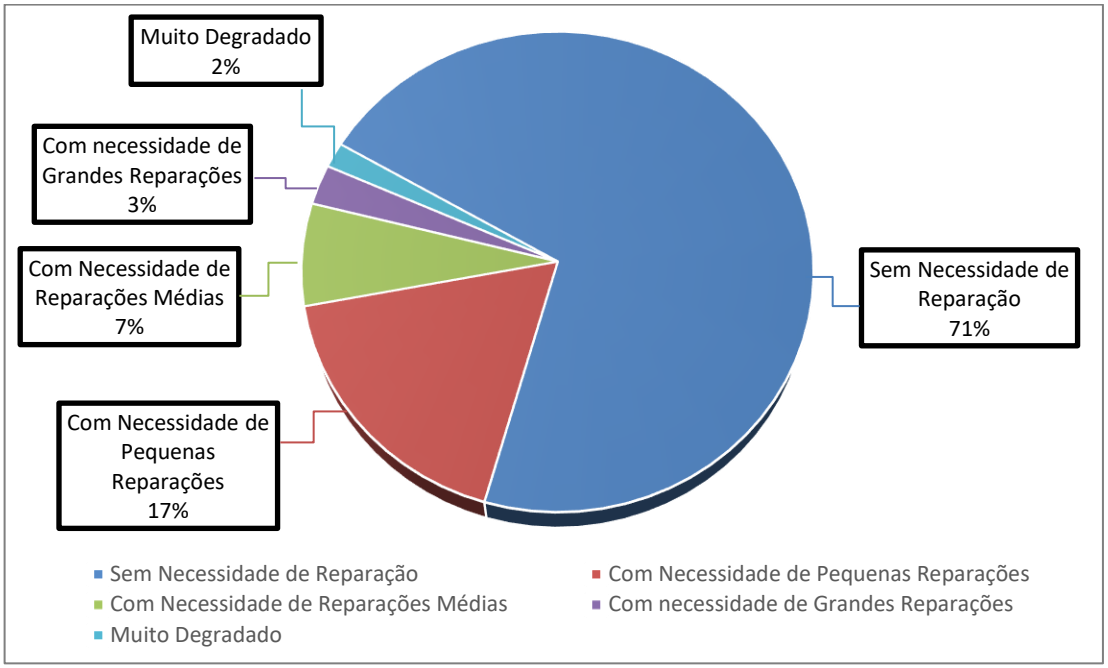



Figura 7 – Distribuição (%) do estado de conservação dos edifícios em 2011. (adaptado de INE, 2013)

A Figura 8 mostra a relação entre o estado de conservação dos edifícios entre 2001 e 2011. Facilmente se observa uma melhoria do estado de conservação dos edifícios para o ano de 2011, mas ainda subsistiam cerca de 1 milhão de edifícios do parque habitacional que necessitavam de intervenção.

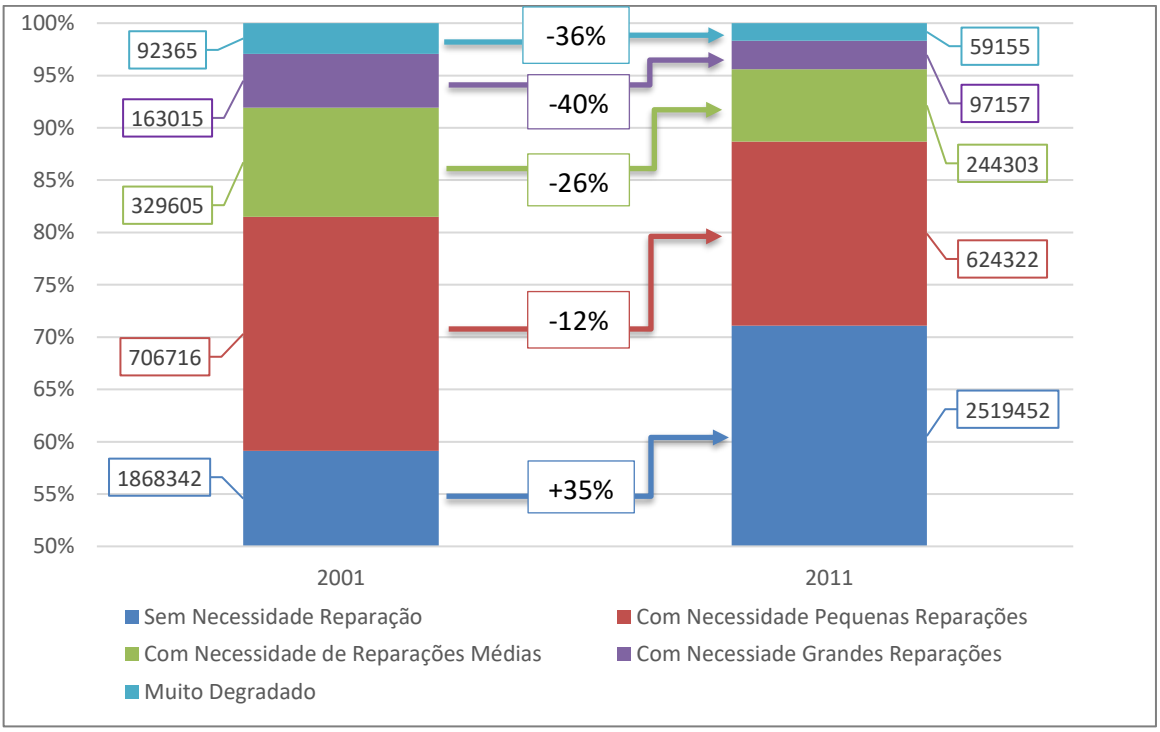



Figura 8 – Variação do número de edifícios clássicos segundo o estado de conservação. (adaptado de INE, 2013)

Além dos dados fornecidos presentes nas Figuras anteriores, podemos constatar os seguintes acerca do estado de conservação do parque edificado: (INE, 2013)

- Cerca de um terço (32,7%) dos edifícios que necessitavam de grandes reparações ou estavam muito degradados localizavam-se essencialmente nas regiões do Porto, Lisboa, Tâmega, Douro e Algarve;
- Nos edifícios com necessidade de grandes reparações e muito degradados, mais de metade (58,1%) correspondiam a edifícios construídos até 1945. Já os edifícios construídos após 1990 apresentavam uma percentagem mínima;
- Cerca de metade (50,7%) dos alojamentos familiares clássicos situados em edifícios com necessidade de grandes reparações e muito degradados encontravam-se vagos.

Em suma, após a análise dos vários relatórios e estudos apresentados, observa-se um parque habitacional português degradado que necessita de manutenção e cuidado. Apesar de já se notar uma mudança positiva na forma como os portugueses encaram a manutenção e reabilitação, ainda falta percorrer um longo caminho até alcançarmos um nível satisfatório no setor.

## 2.4. GESTÃO DE EDIFÍCIOS

### 2.4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Calejo Rodrigues (2001), refere que o termo gestão significa "*definir metodologias e processos otimizados para se atingir um determinado objetivo*", portanto quando aplicado aos edifícios, o autor apresenta uma definição de gestão de edifícios como todo o conjunto de ações e procedimentos que são necessários ao edifício após sua construção de forma a que desempenhe um comportamento ótimo.

A gestão de edifícios engloba um conjunto variado de áreas de conhecimento tais como a Engenharia Civil, Eletrotécnica e Mecânica, Arquitetura, Legislação, Sociologia/Psicologia e Economia. A inclusão de todas as áreas de conhecimento referidas são um importante passo para se obterem os objetivos da gestão de edifícios, que se podem resumir no binómio "desempenho/valor". O desempenho procura garantir o correto funcionamento do edifício em relação às exigências para qual foi projetado e o valor está relacionado com a garantia de uma economia estável do edifício, de maneira a não sofrer depreciações numa perspetiva de mercado. A gestão do edifício pode então ser dividida em três atividades diferentes (Calejo Rodrigues, 2001):

- **Atividade Técnica**: é a atividade de gestão que mais se enquadra no âmbito da Engenharia Civil, pois está presente em todas as fases do edifício, desde a fase de projeto até ao fim de vida útil do edifício. Integra todos os processos relacionados com o desempenho do edifício, nomeadamente a manutenção. É nesta atividade que a maioria dos procedimentos implícitos na manutenção se inserem, apesar de a manutenção depender também das outras atividades.
- **Atividade Económica**: é a atividade de gestão que trata de todos os assuntos relacionados com a rentabilização económica do edifício. A gestão da atividade económica de um edifício engloba vários tipos de custos que não apenas os de utilização, como os custos de manutenção, financeiros e fiscais. Logo a otimização da aplicação de verbas face às necessidades do momento do edifício é crucial.
- **Atividade Funcional**: é a atividade de gestão que tem como objetivo "educar" o utilizador nos seus deveres e obrigações para com o edifício enquanto utente. A atividade funcional permite

que haja uma ligação entre o utilizador e o edifício, e abrange os seguintes processos: regulamentação da atividade, economia de utilização, representação e promoção da gestão técnica.

### 2.4.2. GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS

A manutenção de edifícios enquadra-se mais no âmbito de atividade técnica, mas como referido no subcapítulo anterior, também apresenta uma vertente económica e funcional.

A gestão da manutenção, segundo a norma portuguesa EN 13306 (2007), é formada por "*todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos*".

Korka, Oloufa, e Thomas (1997) referem que se uma análise fosse realizada sobre as responsabilidades gerenciais de uma instalação existente, desde a fase de conceção até a uma idade de 25 anos do edifício, concluir-se-ia que dentro desse período, dois anos seriam gastos na conceção do edifício, dois a três anos seriam dedicados à sua construção e os restantes 19 a 20 anos seriam gastos na operação e manutenção do edifício. Os autores mencionam que, uma vez que a área da manutenção tem um impacto direto na qualidade do serviço que um edifício oferece aos seus utentes ao longo da sua vida útil, pode-se concluir que a gestão da manutenção é um campo crítico que exige atenção.

Segundo Corder (1976), de uma forma geral, define os objetivos da gestão da manutenção como os seguintes:

- Prolongar a vida útil dos elementos;
- Assegurar uma otimização dos equipamentos instalados, de forma a obter o máximo retorno possível do investimento efetuado;
- Garantir a prontidão e funcionamento do equipamento necessário para o uso de emergência sempre que for solicitado;
- Assegurar a segurança dos utilizadores do equipamento e a satisfação geral dos clientes.

Hallberg (2009) refere que o processo da gestão da manutenção de edifícios pode ser generalizado por um modelo presente na Figura 9, baseado em trabalhos desenvolvidos por Ekström *et al*. (2006).

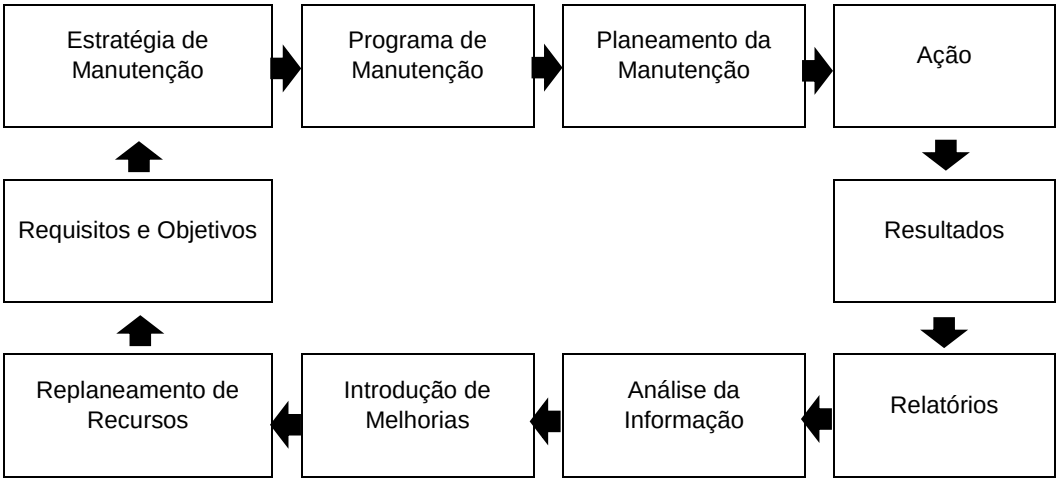



Figura 9 – Processos da gestão da manutenção. (adaptado de Hallberg, 2009)

## 2.5. OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO

### 2.5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

As operações de manutenção são um conjunto de ações e procedimentos que permitem a implementação das várias estratégias de manutenção. Este conjunto de ações e procedimentos está dividido em seis operações denominados de "big six" por Calejo Rodrigues (2004) segundo o Quadro 2.

Quadro 2 - Operações de manutenção. (adaptado de Fernandes Rocha, 2014)

| **Operações de manutenção** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Inspeção** | Pró-ação | Limpeza | Correção | Substituição | Condições de utilização |

### 2.5.2. INSPEÇÃO

De acordo com a norma NP EN 13306 (2007), a inspeção é definida como: "*Controlo de conformidade realizado através de medições, observações, testes ou calibrações das características significativas de um bem.*" A norma ainda refere que: *"Geralmente a inspeção pode ser realizada antes, durante ou depois de outras atividades de manutenção.*"

Segundo Rodrigues (2004), a inspeção tem como objetivo: *"colher indicadores do comportamento dum edifício, que potenciam uma atuação antes da manifestação*".

As inspeções realizadas no âmbito da manutenção devem, de acordo com a British Standard Institution (BSI, 1986) de ser executadas segundo os seguintes princípios: (Fernandes Rocha, 2014)

- "*Verificar a necessidade de executar algum tipo de intervenção;*
- *Verificar se algum processo de manutenção está a ser corretamente executado;*
- *Verificar razões de segurança relacionadas com requisitos regulamentares e recomendações de outras organizações relevantes*".

Segundo Erdly e Schwartz (2004), a inspeção representa a fase de ligação entre a utilização e a manutenção. As inspeções podem ter origens diferentes, podem ter origem em uma reclamação ou então em uma tarefa pré-determinada. Estas origens das inspeções estão relacionadas com a estratégia de manutenção adotada, uma estratégia de manutenção corretiva está associada a reclamações enquanto uma estratégia de manutenção preventiva está associada a tarefas pré-determinadas.

Arditi e Nawakorawit (1999b) referem que as inspeções regulares constituem uma parte importante dos procedimentos para a manutenção de edifícios. Para que uma manutenção seja corretamente planeada é necessário que a inspeção abranja todas as partes do edifício.

Feilden e Jokilheto (1993) enfatizam a importância de fazer uso do pessoal (por exemplo, funcionários do edifício) e as observações informais dos utilizadores das condições de construção de forma a atualizar as informações do edifício o mais rápido possível com vista ao desenvolvimento da melhor estratégia de manutenção.

Flores-Colen (2003) refere que a inspeção permite a deteção atempada dos primeiros estados de uma anomalia, é uma contribuição crucial para a calibração do plano de manutenção elaborado na fase de conceção e no planeamento de ações corretivas ou preventivas. A autora refere também que, para além do planeamento das inspeções durante a fase de projeto, a periocidade das inspeções deve de ser adaptada ao comportamento do elemento a observar e é dividido em três períodos distintos:

- **Período inicial**: a realização de inspeções com uma duração de 2 a 5 anos após a construção do edifício, com o objetivo de "*avaliar o seu comportamento expectável*" (Flores-Colen 2002), ou seja, a observação de possíveis *"fenómenos pré-patológicos e eventuais anomalias da juventude*" (Morgado 2012)
- **Período intermédio**: a realização de inspeções periódicas com uma duração de 1 a 2 anos após uma intervenção, com o objetivo de "*avaliar o comportamento esperado dos componentes e materiais*" (Flores-Colen 2002) sempre que o seja possível.
- **Período final**: a realização de inspeções com uma duração de 2 a 5 anos antes do final de cada ciclo de vida útil de modo a "*avaliar a tendência dos componentes e materiais para atingir o nível mínimo de qualidade e a proximidade com o seu estado limite de utilização*" (Flores-Colen 2002)

### 2.5.3. PRÓ-AÇÃO

Segundo Fernandes Rocha (2014) e outros, as operações de pró-ação tem como objetivo "*obter indicadores do funcionamento dos diversos elementos e garantir o seu correto desempenho"*, podendo também incluir ações de inspeção e limpeza neste tipo de operações. A implementação destas medidas depende de certos procedimentos como a garantia do desempenho durante a vida útil, o ajuste funcional e a pró utilização.

Para Barros (2008), as operações de pró-ação enquadram-se na definição de manutenção preventiva, que engloba ações que têm como principal objetivo prevenir a ocorrência de anomalias. Sendo estas ações as de inspeção e limpeza, que contribuem para garantir o correto desempenho dos elementos e o aumento da sua vida útil.

### 2.5.4. LIMPEZA

Segundo Leite (2009), as ações de limpeza em Portugal no âmbito da manutenção de edifícios são muito subestimadas, apesar de estas ações serem economicamente mais vantajosas, comparativamente ao resto das operações de manutenção. Estas operações têm grande importância pois grande parte das anomalias decorrentes da acumulação de sujidades em fachadas e coberturas, resultantes tanto da poluição como dos agentes microbiológicos, comprometem o aspeto visual e desempenho funcional dos edifícios. De salientar que a correção do aspeto visual do edifício através de ações de limpeza "*proporciona um aumento do desempenho, mas não um ganho superior ao desempenho estabelecido anteriormente*". (Leite 2009)

Para Arditi e Nawakorawit (1999b), a limpeza, além de ser uma operação de manutenção simples e eficaz, contribui para um edifício limpo, no qual proporciona uma atração de novos inquilinos e também a satisfação dos atuais.

### 2.5.5. CORREÇÃO

As operações de correção são, para Fernandes Rocha (2014), um conjunto de ações necessárias com o objetivo de corrigir manifestações patológicas ou anomalias. Esta operação tem como objetivo restituir o desempenho inicial do elemento e seus componentes, mas sem que se proceda à substituição dos mesmos. A implementação dos procedimentos depende da verificação de ocorrência de anomalias e da realização do diagnóstico. Refere ainda que os procedimentos só devem de ser aplicados depois de se identificarem as causas e origens das anomalias, de maneira a evitar fenómenos de pré-patologia, ou seja, o diagnóstico é determinante para não haver recorrência de fenómenos patológicos

Esta operação enquadra-se no âmbito de manutenção corretiva. Distinguem-se das operações de pró-ação por serem realizadas após o aparecimento da falha ou anomalia. (Alves 2012)

Um aspeto importante a ter em conta durante a fase de projeto deve ser a preocupação em definir soluções dos elementos que sejam facilmente reparáveis, que tenham facilidade de acesso e trabalhabilidade, no momento em que precisem de ser reparadas.

### 2.5.6. SUBSTITUIÇÃO

As operações de substituição, tal como as operações de correção, têm o objetivo de restituir o desempenho inicial do elemento e seus componentes, mas realizada através da substituição do elemento e não através de ações de correção.

No âmbito da manutenção de edifícios, as ações de substituição são consideradas como um conjunto de procedimentos que têm como objetivo final a substituição de um elemento por outro de iguais características. Mas caso a operação de substituição seja feita por um elemento com características diferentes, por exemplo, uma durabilidade superior, a operação deixa de ser de manutenção e passa a ser considerada como reabilitação. No caso de uma operação de substituição em que a solução final resulta numa solução, por exemplo, com menor durabilidade, em que não se alcança o nível de desempenho inicial do elemento de construção, passa a ser chamada uma ação de reabilitação atípica. (Leite, 2009)

Embora se faça a distinção entre correção e substituição no presento trabalho, alguns autores como Cotts e Lee (1992) incluem a correção e a substituição no termo "reparação" que é definida como um trabalho

para restaurar propriedades danificadas ou desgastadas para uma condição operacional normal, substituição por um elemento igual ou substituição por um outro elemento com capacidade para executar a mesma função.

### 2.5.7. CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO

As condições de utilização são constituídas por um conjunto de indicações especificas para o elemento em causa que procuram suportar a função requerida de acordo com as necessidades dos utentes sob condições de uso especifico. Os procedimentos associados às condições de utilização são: (Fernandes Rocha 2014)

- **Precauções**: constituídas por um conjunto de indicações especificas para o elemento e seus componentes a evitar;
- **Prescrições:** constituídas por um conjunto de indicações especificas para o elemento e seus componentes a suplementar;
- **Proibições**: constituídas por um conjunto de indicações especificas para o elemento e seus componentes a proibir.

Este conjunto de procedimentos que constituem as condições de utilização são essenciais para que o utente tenha consciência dos seus deveres e obrigações, pois os edifícios são dimensionados e projetados para dar resposta às necessidades do utente. As indicações devem de constar no manual de utilização do edifício, para que o utente em fase de apropriação, consiga garantir o cumprimento do desempenho e vida útil do edifício. (Fernandes Rocha 2014)

## 2.6. POLITICAS DE MANUTENÇÃO

Mills (1980) menciona que uma politica de manutenção deve estar relacionada e subordinada aos objetivos fundamentais do individuo ou organização que possui ou ocupa o edifício. Explica que estes objetivos devem de ser centrados em torno da sobrevivência, ou seja, num contexto económico, devem de ser adotadas politicas de manutenção que minimizem os custos e se possível a obtenção de lucro.

Hackman Hon Yin e Scott (2008), baseados em publicações de Chanter e Swallow (1996) e Lee e Wordsworth (2001), apresentam diretrizes para que as politicas de manutenção a adotar nos edifícios, por parte das gerências e pessoal afeto à manutenção do edifício, correspondam a estratégias de manutenção adequadas:

- O tempo de vida útil estimado dos vários elementos do edifício;
- As exigências de vida dos edifícios e seus acessórios e serviços;
- O padrão ao qual o edifício e seus serviços devem de ser mantidos;
- O tempo de reação necessário entre a ocorrência de uma anomalia e a sua reparação;
- Os requisitos legais afetos ao edifício.

Resumidamente as politicas de manutenção devem de conseguir dar resposta a um conjunto de questões, nomeadamente: (Fernandes Rocha, 2014)

- Qual o elemento do edifício em causa?

- Como é que podemos resolver o problema?
- Quanto custa a intervenção?
- Quando é que deve ocorrer a intervenção?
- Quem é que vai realizar a intervenção?

Ora, as respostas a estas questões permitem definir os atributos e condições que se revelem necessários para a adoção da melhor estratégia de manutenção.

## 2.7. ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO

### 2.7.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A definição do conceito de estratégias de manutenção é, segundo a norma portuguesa EN 13306 (2007), um "*método de gestão utilizado para atingir os objetivos da manutenção*."

Segundo Flores-Colen (2002), "*uma estratégia de manutenção quer-se clara nos objetivos e métodos a aplicar durante a fase de exploração e utilização do edifício. A gestão de manutenção deverá partir de pressupostos aceitáveis, designadamente de caracter legal e técnico (em particular as exigências de saúde e segurança), o controlo orçamental, a satisfação dos utentes e o controlo e execução dos raciocínios de manutenção*."

A existência de adequadas estratégias de manutenção permite precisar os momentos de intervenção durante a vida útil do elemento, racionalizando os custos e recursos sem gastos excessivos e desnecessários na substituição/reparação de elementos. (Flores-Colen e Brito 2001)

Horner, El-Haram, e Munns (1997) afirmam que encontrar uma estratégia de manutenção adequada é a tarefa mais difícil que enfrenta a gestão da manutenção na determinação de uma abordagem ideal para reduzir os custos financeiros e os custos totais do ciclo de vida.

São vários os autores que atribuem diferentes denominações e segmentações sobre as estratégias de manutenção. De tal modo, apresentamos algumas versões dos diferentes autores internacionais e nacionais.

Para Horner, El-Haram, e Munns (1997) existem três tipos de estratégias de manutenção:

- **Manutenção corretiva,** apropriada para elementos do edifício não muito importantes (todos os elementos cuja falha não influência a segurança e saúde dos utilizadores, edifício e ambiente) e para os elementos em que o custo de realizar estratégias de manutenção preventiva e condicionada é maior que uma estratégia de manutenção corretiva;
- **Manutenção preventiva,** apropriada para elementos do edifício mais importantes cuja condição e desempenho não possa ser motorizado. É baseada em ações de manutenção programadas ciclicamente em função do tempo, ou seja, considerada uma manutenção planeada sobre intervalos de tempo pré-definidos;
- **Manutenção condicionada**, apropriada para elementos do edifício importantes, mas cuja condição e desempenho possa ser motorizado. É uma estratégia de manutenção que, ao contrário da preventiva que atua sobre intervalos de tempo pré-definidos, realiza ações de inspeção e motorização que permitem identificar uma mudança na condição ou desempenho do elemento em estudo, de forma a prever o momento da intervenção de manutenção.

Os autores concluem que para determinar uma estratégia de manutenção ótima para um edifício é necessário integrar os três tipos de estratégias de manutenção pois:

- Nem todos os elementos do edifício são importantes;
- Nem todos os elementos do edifício podem ser motorizados;
- Nem sempre estão disponíveis as tecnologias de motorização;
- Nem sempre a aplicação de tecnologias de motorização é rentável.

Por outro lado, existem entidades que consideram apenas dois tipos de manutenção, como o "*The Defence Estates Repair and Preventative Maintenance Guide*" (2002), que divide a manutenção em dois tipos: manutenção preventiva e manutenção corretiva.

Hallberg (2009) apresenta a seguinte divisão das estratégias de manutenção:

- Manutenção Pró-ativa (preventiva), se subdivide em dois tipos:

  - Manutenção baseada em intervalos de tempo, onde as ações de manutenção seguem uma calendarização;

  - Manutenção baseada na condição, onde são realizadas inspeções periódicas ou continuas, de forma a diagnosticar e programar as ações de manutenção numa fase posterior.
- Manutenção Reativa (corretiva)

Com base na informação recolhida, foi possível organizar, de uma forma simples e sintética, quais os tipos de estratégias de manutenção existentes. O Quadro 3 apresenta uma divisão em três grandes grupos: a Manutenção Não Planeada (Corretiva/Reativa/Curativa/Resolutiva) que se subdivide em Urgente, Não Urgente de Pequena Intervenção e de Grande Intervenção; a Manutenção Planeada (Pró-ativa), que se subdivide em Sistemática, Condicionada e de Melhoramento; e a Manutenção Integrada (Evolutiva), que é formada por uma combinação entre a Manutenção Corretiva, Preventiva e um Sistema de Gestão Integrado. (Fernandes Rocha 2014)

Quadro 3 - Estratégias de Manutenção. (adaptado de Fernandes Rocha, 2014)

<table>
<tr><th colspan="6">Estratégias de Manutenção</th></tr>
<tr><th colspan="2">Manutenção não Planeada</th><th>Manutenção Integrada</th><th colspan="3">Manutenção Planeada</th></tr>
<tr><td colspan="2">Manutenção Corretiva<br>(Reativa, Curativa, Resolutiva)</td><td>Manutenção Integrada<br>(Evolutiva)</td><td colspan="3">Manutenção Preventiva (Pró-ativa)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Urgente</td><td>Não Urgente</td><td rowspan="3">Sistema integrado (corretiva + preventiva + sistema de gestão integrado)</td><td rowspan="3">Sistemática (Preventiva)</td><td rowspan="3">Condicionada (preditiva)</td><td rowspan="3">Melhoramento</td></tr>
<tr><td>Pequena intervenção</td></tr>
<tr><td>Grande intervenção</td></tr>
</table>

### 2.7.2. Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva (também conhecida por reativa) é a estratégia de manutenção mais simples, na qual o elemento do edifício é usado até ao momento em que não tem mais utilidade. A manutenção corretiva inclui a reparação ou substituição de um elemento que já não desempenhe a função requerida. Esta estratégia de manutenção é muitas vezes referida como uma estratégia baseada na falha do elemento ou como uma manutenção ausente. (Horner, El-Haram, e Munns 1997)

Segundo Calejo Rodrigues (2001), as intervenções associadas às ações de manutenção corretiva podem dividir-se em dois tipos: Urgente e Não Urgente; esta última ainda é subdividida em Pequena Dimensão e em Grande Dimensão, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 -Tipos de intervenções associadas à manutenção corretiva. (adaptado de Calejo Rodrigues, 2001)

| **Tipos de intervenções associadas à manutenção corretiva** | | |
|---|---|---|
| **Tipo de intervenção** | | Características |
| **Urgente** | | Anomalias detetadas numa fase de deterioração avançada, sendo necessário uma intervenção imediata de correção ou substituição. |
| **Não urgente** | **Pequena dimensão** | Reconhecer e assessorar as operações destinadas a repor as condições originais. |
| | **Grande dimensão** | Normalmente associado à reabilitação; trabalhos que carecem de meios mais específicos, tais como a beneficiação e à reconstrução. |

### 2.7.3. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva (também chamada de pró-ativa) foi introduzida devido às desvantagens provenientes da manutenção corretiva. Esta estratégia de manutenção tem como meta a redução da probabilidade da ocorrência de falha do elemento do edifício e também do seu colapso repentino. (Horner, El-Haram, e Munns 1997)

Arditi e Nawakorawit (1999b) referem que cada vez mais os responsáveis pelos edifícios começam a aceitar que a realização da manutenção de uma forma puramente reativa (corretiva) não é de todo a forma mais eficaz de praticar uma boa manutenção, mas sim a prática de uma manutenção planeada e controlada de forma tão eficiente tal como uma atividade corporativa.

Feilden e Jokilheto (1993) afirmam que a manutenção preventiva visa manter os recursos culturais de uma forma que irá impedir a perda de qualquer parte deles. Diz respeito a todas as medidas práticas e técnicas que devem ser tomadas para manter o local em ordem adequada. Os autores frisam que a manutenção deve ser encarada como um processo continuo e não como um produto.

A definição da manutenção preventiva encontra-se também na norma NP EN 13306 (2007) como: "*Manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação do funcionamento de um bem*."

De acordo com o Quadro 3, a manutenção preventiva está divida em três formas de atuação:

- Sistemática

- Condicionada
- Melhoramento

#### 2.7.3.1. SISTEMÁTICA

A norma NP EN 13306 (2007), define manutenção sistemática como a: "*Manutenção preventiva efetuada a intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem*."

Segundo Flores-Colen (2002), a manutenção preventiva sistemática é uma estratégia planeada com base em atividades de manutenção com periocidades fixas, permitindo assim planear as operações de manutenção e os seus custos, reduzindo os trabalhos não previstos e os seus sobrecustos.

Citado por Morgado (2012), segundo Flores-Colen e de Brito (2010), para aplicar uma estratégia de manutenção preventiva sistemática, é necessário ter o conhecimento do desempenho em serviço dos vários elementos que constituem o edifício e a definição da vida útil dos mesmos, os quais devem ser sistematizados em planos de inspeção e manutenção desde a fase de projeto, contribuindo assim para uma redução dos custos globais.

#### 2.7.3.2. CONDICIONADA

A manutenção preventiva condicionada é, segundo a norma NP 13306 (2007): "*baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes*." A norma refere ainda que: "*A vigilância do funcionamento e dos parâmetros pode ser executada segundo um calendário, a pedido ou de modo continuo*."

Para Flores-Colen (2002), é uma estratégia que assenta sobre um planeamento da mesma forma que a manutenção sistemática. Mas neste caso, o planeamento é feito sobre as inspeções e não as atividades a executar, em que cada inspeção tem periocidade fixa. Deste modo, torna-se possível atuar com eficácia antes da ocorrência de anomalias, sendo que durante as inspeções, são avaliadas as anomalias que já ocorreram e identificados os sintomas pré-rotura.

#### 2.7.3.3. MELHORAMENTO

Alguns autores referem também a possibilidade de uma manutenção preventiva de melhoramento que se baseia em atividades que visam a melhoria das características iniciais, por modificação de soluções ou de alguns elementos. Este tipo de manutenção tenta evitar situações em que haja insuficiente funcionalidade dos elementos, corrigindo os defeitos que possam originar comportamentos inesperados sobre condições reais. (Flores-Colen 2002)

De salientar que este tipo de estratégia não é adotado por toda a comunidade cientifica, muito devido à definição de manutenção que a refere como uma estratégia com o propósito de manter os padrões iniciais de qualidade do edifício e não da melhoria destes. Apenas alguns autores consideram a manutenção preventiva de melhoramento como uma estratégia de manutenção, enquanto outros já a relacionam como uma estratégia de reabilitação.

### 2.7.4. MANUTENÇÃO INTEGRADA

A manutenção integrada é uma estratégia de manutenção que está associada às novas tecnologias, muito devido ao grande avanço tecnológico das ultimas décadas dos sistemas informáticos.

Durante a fase de utilização, pode existir a necessidade de realizar intervenções que não se encontram previstas no plano de manutenção. Estas intervenções correspondem à manutenção corretiva, pois, ocorrem após a deteção de uma anomalia, podendo ser esta motivada por fenómenos da natureza ou por ação humana. (Alves 2012)

A necessidade de recorrer a intervenções do caracter corretivo justifica a inclusão de ambas as estratégias de manutenção para que a combinação das duas permita obter um resultado mais eficiente e produtivo.

Com a ajuda das novas tecnologias, como por exemplo o BIM (Building Information Modeling), é possível estabelecer uma correta articulação de informação correspondente ao edifício, com o intuito da elaboração de cadastros, planos de manutenção e respetivas intervenções. (Fernandes Rocha 2014)

## 2.8. CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Segundo Horner, El-Haram, e Munns (1997), a melhor forma de poupar nos custos de manutenção é simplesmente parar com as ações de manutenção. Obviamente, a poupança nos custos de manutenção parece simples a curto prazo, mas a longo prazo, uma falta de manutenção conduz a um aumento de custos maior do que aquele se tivesse uma manutenção frequente.

Arditi e Nawakorawit (1999b) referem que nas fases iniciais de qualquer projeto, além do espaço e das funções que um edifício deve contemplar, deve também considerar-se os custos de manutenção durante a sua vida útil. Os custos de manutenção devem de ser discutidos para assegurar que os proprietários dos edifícios conseguem garantir a não degradação dos mesmos.

Flores-Colen (2009), Flores-Colen e de Brito (2006) consideram os seguintes critérios relacionados com os custos de manutenção:

- Custos dos trabalhos de manutenção necessários, ou seja, custo de correções e substituições, custo de tratamentos superficiais e ações de limpeza;
- Custos relacionados com problemas recorrentes, ou seja, custos associados à correção e substituição de falhas recorrentes não detetadas nem diagnosticadas ou mesmo provenientes de uma não reparação;
- Custo de não funcionamento ou paragem do uso normal do edifício, ou seja, custos associados à interrupção da normal operação do edifício;
- Custos dos equipamentos adjacentes às operações de manutenção, que não existem disponíveis no edifício, tais como o uso de andaimes temporários;
- Custos de uma manutenção ausente, em que os efeitos da não manutenção dos edifícios normalmente apresentam custos elevados a médio e curto prazo.

Brand (1994), representa num referencial, os custos com a manutenção ao longo da vida do edifício, consoante a tipo de estratégia de manutenção adotada. Na Figura 10 é possível observar que a adoção de uma estratégia de manutenção preventiva, associada a um uso normal do edifício, traduz-se em uma diminuição dos custos de manutenção quando comparada a uma estratégia de manutenção corretiva.

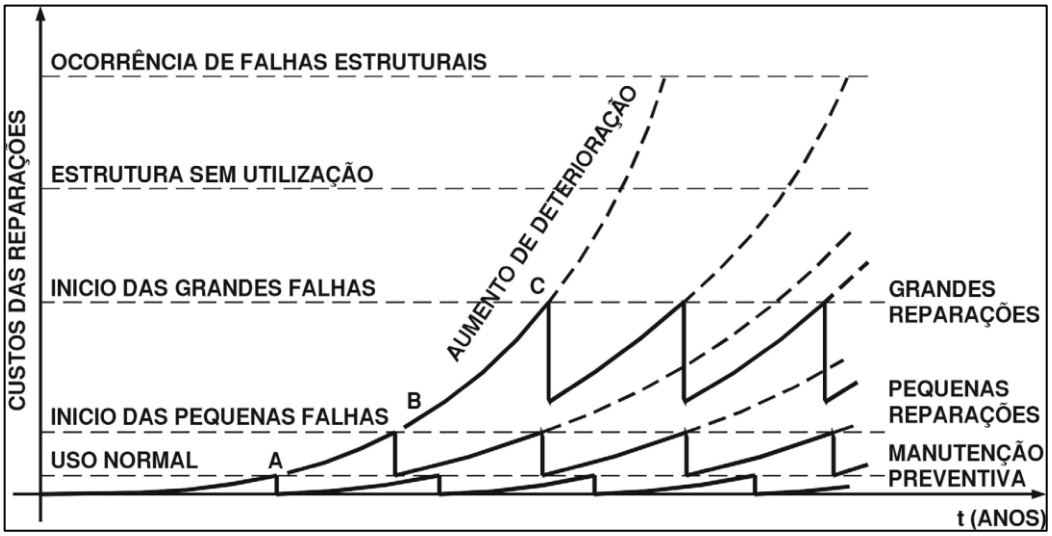



Figura 10 - Custos de Manutenção consoante o tipo de intervenção (adaptado de Brand, 1993)

## 2.9. PLANOS DE MANUTENÇÃO

De acordo com a norma NP EN 13306 (2007), um plano de manutenção é definido como um: "*Conjunto estruturado de tarefas que compreendem as atividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessária para executar a manutenção*."

Um plano de manutenção é um documento que engloba um conjunto de especificações elaboradas no âmbito de manutenção, no sentido de definir previsões e planear os procedimentos e ações de manutenção. Este documento deve acompanhar o cadastro e deve ser elaborado em função deste. (Fernandes Rocha 2014)

Segundo Calejo Rodrigues (2001), o plano de manutenção subdivide-se em três partes: Manutenção preventiva, gestão da vida útil e manutenção corretiva conforme o Quadro 5.

Quadro 5 – Divisão de um plano de manutenção. (adaptado de Calejo Rodrigues, 2001)

| Manutenção Preventiva | Gestão da Vida Útil | Manutenção corretiva |
|---|---|---|
| "*pressupõe-se uma atuação com base em rotinas de inspeção e respetiva observação de sintomas de pré-patologia. Este procedimento tipifica uma intervenção condicionada aos resultados da referida inspeção*". Estes procedimentos, "*para além da correção de falhas, do suprimento de necessidades e da motorização, incluem operações destinadas a aumentar a fiabilidade e a* | "*relaciona-se com a necessidade de estabelecer procedimentos para atuar antevendo-se a necessidade de substituição de componentes motivada pelo fim de vida útil. Integra todo o conjunto de ações planeadas e sistemáticas, com base numa vida útil expectável para determinados componentes da construção*." O objetivo é procurar identificar "*a necessidade de reposição de um componente, sempre que se preveja o* | "*todo o conjunto de ações resultantes da identificação de manifestações patológicas*." Estas ações destinam-se a "*garantir a reparação de patologias e a prever defeitos cujo conhecimento podemos antever* |

| Manutenção Preventiva | Gestão da Vida Útil | Manutenção corretiva |
|---|---|---|
| *operacionalidade dos diversos elementos/equipamentos/componentes, que constituem os edifícios*. | *seu fim de vida útil ou que os dados de comportamento desse componente, noutras situações, permitam antever potenciais patologias*." | *após sintomas de pré patologia*." |

## 2.10. ELEMENTOS FONTE DE MANUTENÇÃO

Segundo Rodrigues (2001), a degradação de um edifício não é constante através dos vários elementos que o constituem. Existe a necessidade de subdividir o edifício em partes que tenham praticamente a mesma velocidade de degradação que obedeçam a uma lógica arquitetónica ou construtiva, denominados de Elementos Fonte de Manutenção – EFM. O autor refere ainda que: "*Um Elemento Fonte de Manutenção corresponde a uma unidade construída com comportamento afim face à degradação, sobre o qual é possível estabelecer, ou dispor de registos descritores de funcionamento*". Calejo Rodrigues (2001) propôs uma lista em que refere as principais subdivisões de um edifício nos diferentes elementos fonte de manutenção, como mostra o Quadro 6.

Quadro 6 – Lista dos Elementos Fonte de Manutenção (EFM). (adaptado de Calejo Rodrigues, 2001)

| **Elementos Fonte de Manutenção** | | |
|---|---|---|
| **Nível 1** | **Nível 2** | **Nível 3** |
| **1 - Elementos edificados** | 1.1 – Estrutura | 1.1.1 – Fundações |
| | | 1.1.2 – Elementos Verticais |
| | | 1.1.3 – Elementos Horizontais |
| | 1.2 – Panos de parede | 1.2.1 – Exteriores |
| | | 1.2.2 – Interiores |
| | 1.3 – Cobertura | 1.3.1 – Acessível |
| | | 1.3.2 – Não acessível |
| **2 - Acabamentos** | 2.1 – Revestimentos horizontais | 2.1.1 – Tetos |
| | | 2.1.2 – Pavimentos |
| | 2.2 – Revestimentos verticais | 2.2.1 – Exteriores |
| | | 2.2.2 – Interiores |
| | 2.3 – Vãos exteriores | 2.3.1 – Portas |
| | | 2.3.2 – Janelas |
| | 2.4 – Vãos interiores | 2.4.1 - Portas |

| **Elementos Fonte de Manutenção** | | |
|---|---|---|
| **Nível 1** | **Nível 2** | **Nível 3** |
| | | 2.4.2 - Janelas |
| **3- Instalações** | 3.1 – Abastecimento de água | 3.1.1 – Rede |
| | | 3.1.2 – Louças E comandos |
| | | 3.1.3 – Outros |
| | 3.2 - Esgotos | 3.2.1 – Rede |
| | | 3.2.2 – Outros |
| | 3.3 - Eletricidade | 3.3.1 – Rede |
| | | 3.3.2 – Outros |
| | 3.4 - Outros | 3.4.1 – Rede |
| | | 3.4.2 – Outros |
| **4 - Outros** | 4.1 - Outros | 4.1.1 – Ventilação |
| | | 4.1.2 – Equipamento |
| | | 4.1.3 – Equipamento |
| | | 4.1.4 – Outros |

## 2.11. VIDA ÚTIL

A vida útil dos edifícios pode ser comparada com o ciclo de vida dos seres humanos, durante o qual "nascem", "envelhecem" e "morrem". Os edifícios, constituídos por sistemas e componentes, a partir do momento em que são colocados ao serviço começam um processo gradual de perda de desempenho. A partir do momento em que estes sistemas e componentes deixam de desempenhar a função para o qual foram concebidos, tornam-se inúteis, correspondendo ao fim de vida útil dos mesmos. (Freitas *et al*. 2015)

Segundo a norma NP 13306 (2007), a vida útil é o: "*Intervalo de tempo, que sob determinadas condições, começa num dado instante e termina quando a taxa de avarias se torna inaceitável ou quando o bem é considerado irreparável na sequencia de uma avaria ou por outras razões pertinentes*."

Também a norma internacional ISO 15686-1(2011) – Service Life Planning, designa a vida útil como o período de tempo, após construção, no qual o edifício e seus componentes igualam ou excedem os requisitos mínimos de desempenho.

Zavadskas, Kaklauskas, e Bejder (1998) constatam que a vida útil de um edifício começa com a determinação do seu propósito no momento de fase de projeto, no qual o cliente e os projetistas definem as exigências do edifício e especificação das suas limitações.

Em suma, as definições de vida útil remetem, de uma forma geral, para que o edifício e seus elementos satisfaçam os requisitos fundamentais para os quais foram projetados. Já os critérios que definem o fim

da vida útil dos edifícios são subjetivos, variando "*em função do contexto social e económico da realidade em que o edifício se insere*" (Freitas *et al*. 2015).

Para Flanagan *et al* (1989), são vários os critérios que podem influenciar o fim da vida útil dos edifícios:

- Deterioração física;
- Obsolescência económica;
- Obsolescência funcional;
- Obsolescência tecnológica;
- Alterações do contexto social;
- Obsolescência devido ao contexto/enquadramento do edifício;
- Obsolescência legal;
- Obsolescência estética;
- Obsolescência ambiental.

Flores-Colen (2003) considera que a previsão da vida útil pode ser estimada através dos seguintes fatores:

- Comparação com elementos de outros edifícios, usos e condições atmosféricas similares;
- Determinação da taxa natural de degradação, tendo em conta uma utilização e exposição num certo intervalo de tempo e consequente estimativa do limite de durabilidade;
- Determinação da resposta do elemento em estudo à ação de um ou mais agentes de degradação por realização de ensaios acelerados.

## 2.12. EFICÁCIA DA MANUTENÇÃO

### 2.12.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Segundo a norma NP 13306 (2007), a eficácia na manutenção é definida como a "*relação entre o objetivo da manutenção e o resultado obtido"*.

Para Christen, Girmscheid, e Wallbaum (2011), a eficácia da manutenção é a otimização do problema entre os custos diretos das operações de manutenção e os custos indiretos resultantes de uma manutenção insuficiente. Os autores referem que os edifícios são alvo de manutenção segundo uma taxa anual muito baixa, apresentando custos de manutenção mais elevados a longo prazo. É importante garantir que o capital investido no edifício contribua da melhor forma com lucro para a sociedade e futuras gerações, bem como para os investidores.

Este subcapítulo tem como objetivo enquadrar a eficácia da manutenção a nível industrial e a nível dos edifícios e qual a eventual aplicabilidade entre as duas áreas.

### 2.12.2. EFICÁCIA DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

A eficácia da manutenção é uma área de estudo que se encontra mais desenvolvida no que refere à manutenção industrial do que na manutenção de edifícios. Aquando da Revolução Industrial no século

XVIII, a manutenção industrial era pouca ou mesmo nenhuma, devido à simplicidade das máquinas usadas pelas empresas industriais. Nesta altura, a manutenção praticada era essencialmente do tipo corretiva. Com o surgir da eletricidade no século XIX, aparecem novas máquinas mais complexas e torna-se necessário abordar a manutenção de forma diferente, englobada no processo industrial. No século XX, a manutenção teve outro grande impulso devido às duas Grandes Guerras Mundiais, onde por exemplo, se introduz o conceito de manutenção preventiva, e na década de 60, o conceito de manutenção condicionada. (Marques 2009)

Mas, no inicio da década de 70, a manutenção industrial vê-se modernizada por um sistema de manutenção designado por *TPM (Total Produtive Maintenance)*, proposto por Nakajima (1988). As principais características do *TPM*:

- Total eficácia: onde está incluído a produtividade, custo, qualidade de entrega, segurança, meio ambiente e saúde e qualidades morais;
- Total manutenção do sistema: onde está incluído a manutenção preventiva e a manutenção de melhoramento;
- Total participação: a participação de todos os funcionários é essencial para a eficácia da manutenção.

Portanto, o objetivo do *TPM* é aumentar a produtividade dos processos fabris e equipamentos, com o envolvimento de todos os funcionários da organização, independentemente do departamento onde se inserem. Nakajima (1988) ainda refere que para maximizar a produção de maneira mais eficiente, é necessário eliminar perdas como falhas nos equipamentos, ajustes e configurações, velocidade reduzida, paragens no processo, defeitos e rendimento reduzido em fases iniciais da produção.

Para avaliar o desempenho da manutenção, foi desenvolvido por Nakajima (1988), o *OEE (Overall Equipment Effectiveness)*, que tem em consideração a disponibilidade do equipamento, eficácia do equipamento e qualidade, dado pela expressão seguinte:

$$\text{OEE} = (\text{Disponibilidade}) \times (\text{Eficácia do equipamento}) \times (\text{Qualidade}) \tag{1}$$

onde,

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de carregamento} - \text{Tempo de descarga}}{\text{Tempo total}} \tag{2}$$

$$\text{Eficácia do equipamento} = \frac{\text{Tempo teórico ciclo x Quantidade produzida}}{\text{Tempo operação total}} \tag{3}$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Quantidade produzida} - \text{Quantidade de defeitos}}{\text{Quantidade produzida}} \tag{4}$$

Outros sistemas de avaliação foram desenvolvidos até aos dias de hoje, como o *DEA (Data Envelopment Analysis)*, desenvolvido por Charnes et al (1994), entre outros. Já na industria da construção, ainda não foram desenvolvidos métodos capazes de avaliar a eficácia da manutenção, talvez porque os edifícios têm características diferentes uns dos outros ou pela participação de várias entidades diferentes nos processos afetos aos edifícios.

### 2.12.3. Agentes de Degradação

A degradação dos edifícios está diretamente associada aos agentes de degradação, que são responsáveis pela diminuição da vida útil dos elementos do edifício.

A norma portuguesa EN 13306 (2007) define degradação como: "*Evolução irreversível de uma ou mais características de um bem relacionado com a passagem do tempo, a duração de utilização ou a uma causa externa*". A norma refere ainda que a degradação normalmente conduz a uma avaria.

A norma internacional ISO 15686-1 (2000), classifica os agentes de degradação segundo a sua natureza e classe, expondo exemplos concretos, conforme o Quadro 7.

Quadro 7 – Classificação dos agentes de degradação. (adaptado de ISO 15686-1, 2000)

| **Classificação dos agentes de degradação** | | |
|---|---|---|
| **Natureza** | **Classe** | **Exemplos** |
| **Agentes mecânicos** | Gravidade | Chuva, neve |
| | Forças e Deformações impostas ou restringidas | Gelo, expansões e contrações, deslizamentos |
| | Energia Cinética | Impactos, tempestades, inundações |
| | Vibrações e Ruídos | Tráfego, máquinas |
| **Agentes eletromagnéticos** | Radiação | Solar/UV, radiação radioativa |
| | Eletricidade | Reações elétricas, iluminação |
| | Magnetismo | Campos magnéticos |
| **Agentes térmicos** | Níveis extremos ou alterações rápidas de temperatura | Calor frio, variações térmicas, incêndios |
| **Agentes químicos** | Solventes e água | Humidade do ar, águas superficiais e álcool |
| | Agentes oxidantes | Oxigénio, desinfetantes, lixivia |
| | Agentes redutores | Sulfeto, amoníacos e agentes de combustão |
| | Ácidos | Ácido carbónico, excrementos e vinagre |
| | Bases | Cal, hidróxidos, cimento |

| Classificação dos agentes de degradação | | |
|---|---|---|
| | Sais | Nitratos, fosfatos, cloretos e gesso |
| | Neutros | Calcário, gordura, óleo e tinta |
| **Agentes biológicos** | Microrganismos e vegetação | Bactérias, fungos e raízes |
| | seres vivos | Roedores, térmitas, vermos, aves |

### 2.12.4. Aplicação da Manutenção Industrial na Manutenção de Edifícios

A aplicação da manutenção industrial na manutenção de edifícios é um assunto já estudado por alguns autores, com o objetivo de tornar a manutenção de edifícios mais eficaz. O facto de a manutenção industrial apresentar diferentes instrumentos para otimizar os custos de manutenção e aumentar produtividade, diferencia-se da manutenção de edifícios que é impulsionada por fatores externos como a rentabilidade ou o desenvolvimento urbano na área circundante.

Christen, Girmscheid, e Wallbaum (2011), no artigo intitulado de "*Application of Industrial Maintenance Methods on Building Maintenance",* com base no pressuposto que a manutenção das instalações industriais é mais avançada que a presente nos edifícios, fazem referência à utilização de métodos de manutenção industrial aplicados aos edifícios. Dos métodos analisados, os autores identificam os que são usados mais correntemente na manutenção de edifícios:

- **CM (*Condition Monotoring*)** – método que tem como principal objetivo identificar uma falha com base em motorização de parâmetros como vibrações, temperatura, acústica, entre outros;
- **Preventive and Condition based Maintenance** – Aplicação de estratégias de manutenção preventiva;
- **CMMS (*Computarized Maintenance Management System*)** – método que utiliza softwares informáticos no auxilio recolha de informação e gestão das operações da manutenção;
- **DMS (*Document Management System*)** – método que utiliza softwares informáticos para registo documental de todas as informações do edifício incluindo as de manutenção, de forma aos utentes ou técnicos acederem à informação sempre que necessário;
- **LCC (*Life Cycle Costing*)** – método utilizado para estimar os custos globais do edifício tendo em conta custos inicias (terreno/construção/projeto) e custos indeferidos (manutenção/exploração/utilização/financeiros e fiscais).

Para além destes métodos, os autores ainda referem que o método TPM (Total Productive Maintenance), apesar de não ser muito usado na manutenção de edifícios, tem um grande potencial para ser adaptado à manutenção de edifícios. Contudo, o impacto da aplicação destes métodos de manutenção industrial à manutenção de edifícios, é, segundo os autores, menos significante do que o esperado no inicio da análise.

## 2.13. TRABALHOS DE INVESTIGAÇÃO E PUBLICAÇÕES INTERNACIONAIS E NACIONAIS

### 2.13.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A realização da presente dissertação teve como base trabalhos de investigação e publicações internacionais e nacionais. Os meios utilizados na pesquisa bibliográfica necessária à elaboração da dissertação foram:

- Biblioteca da Faculdade Engenharia da Universidade do Porto;
- Partilha de informação através de docentes da instituição de ensino (FEUP);
- Recursos eletrónicos da instituição de ensino: Catálogo da biblioteca da FEUP;
- Recursos eletrónicos da universidade do Porto: repositório da UP;
- Recursos eletrónicos de outras universidades: repositório aberto do IST;
- Pesquisa integrada em sites credenciados: Scopus, Web of Science.

É importante salientar que neste subcapítulo apenas se faz referência aos principais trabalhos e publicações que realmente contribuíram para o estudo aprofundado do tema da manutenção de edifícios, contudo, sem menosprezar os restantes trabalhos e publicações que ajudaram a direcionar a pesquisa e âmbito da dissertação.

### 2.13.2. SÍNTESE DOS PRINCIPAIS TRABALHOS DE INVESTIGAÇÃO

Em 1989, Rodrigues (1989) apresenta na FEUP a sua dissertação de mestrado, intitulada "*Manutenção de edifícios. Analise e exploração de um banco sobre um programa habitacional*". O autor aborda a questão da manutenção sobre a perspetiva da gestão de edifícios, onde é desenvolvida uma metodologia aplicada aos edifícios, cujo objetivo passa por estudar a degradação dos edifícios.

Em 2001, Rodrigues (2001) apresenta na FEUP a sua tese de doutoramento intitulada "*Gestão de edifícios. Modelo de simulação técnico-económica*". O autor tipifica os métodos característicos da gestão de edifícios em geral, no qual é dada a particular atenção à área técnica da gestão de edifícios. Com base no método de Monte Carlo procura prever o comportamento de um edifício na fase de utilização.

Em 2002, Flores (2002) apresenta no IST a dissertação "*Estratégias de manutenção. Elementos da envolvente de edifícios correntes*". A autora aborda o enquadramento do setor da manutenção na União Europeia e em Portugal, faz uma referência às principais politicas e estratégias de manutenção de edifícios e a aplicação desses mesmos conceitos a um parque edificado em Lisboa.

Em 2009, Hallberg (2009) apresenta na Universidade de Gävle, na Suécia, a sua tese de doutoramento intitulada "*System for Preditive Life Cycle Management of Buildings and Infrastructures*". A tese trata assuntos relacionados com ciclo de vida dos elementos e quais os processos de manutenção adequados face à sua degradação.

Em 2010, Raposo (2010) apresenta no IST a sua tese de doutoramento "*A Gestão da atividade de manutenção em edifícios públicos*". A autora apresenta uma metodologia sistemática com vista à medição e avaliação do desempenho de sistemas de gestão de manutenção de parques edificados. Foi desenvolvida uma ferramenta de análise baseada em fatores técnicos, económicos e organizacionais para aplicação a um caso de estudo.

Em 2014, Fernandes Rocha (2014) apresenta na FEUP a sua tese de doutoramento, intitulada de "*A Manutenção de Edifícios no Processo de Conceção Arquitetónica*". A autora faz a contextualização da manutenção no âmbito da engenharia civil e na arquitetura. Aplica uma metodologia de avaliação qualitativa com base num modelo de apoio à decisão para auxilio durante o processo de conceção arquitetónica dos edifícios, com a inclusão das questões de manutenção.

### 2.11.3. Síntese das Principais Publicações Internacionais e Nacionais

Em 1989, Flanagan (1989) publica o livro *"Life Cycle Costing: Theory and Practice"* que faz referência ao custo ciclo de vida de um edifício, nomeadamente quais as politicas e estratégias de manutenção adequadas, calculo do ciclo de vida e quais os aspetos em ter em conta na fase de projeto do edifício.

Em 1980, Mills (1980) publica o livro *"Building maintenance and preservation: a guide for design and management"* onde enfatiza a importância de uma consideração adequada da manutenção na fase de projeto bem como a necessidade de um planeamento da manutenção ao longo da sua vida útil.

Em 1994, Brand (1994) publica o livro *"How Buildings Learn: What happens after they`ve built"*, que faz referência à necessidade constante de adaptar os edifícios aos seus utilizadores, com principal enfase na manutenção.

Em 1996, Chanter e Swallow (1996) publicam o livro *"Maintenance Organisation in Building Maintenance"*, onde é apresentada a estrutura das politicas de manutenção, a organização da manutenção de edifícios e as funções de um departamento de manutenção.

Em 1997, Horner, El-Haram, e Munns (1997) publicam o artigo *"Building maintenance strategy: a new management approach"* na revista cientifica *Journal of quality in maintenance engineering*, onde expõem as principais dificuldades na pratica da manutenção em edifícios, sumarizam as estratégias de manutenção mais comuns e ainda apresentam um diagrama de apoio à decisão da melhor intervenção face à situação em causa.

Em 1997, Korka, Oloufa, e Thomas (1997) publicam o aritgo "*Facilities Computerized Maintenance Management Systems"* na revista cientifica *Journal of architectural engineering*, onde fazem referência aos objetivos que a manutenção pretende atingir e a aplicação de um sistema de gestão computorizado à manutenção de edifícios.

Em 1998, Zavadskas, Kaklauskas, e Bejder (1998) publicam o artigo "*Raising the efficency of the building lifetime with special emphasis on maintenance"* na revista cientifica *Facilities*, onde é feita uma análise funcional da manutenção e uma abordagem à otimização da relação custo-benefício da manutenção com vista ao aumento da vida útil dos edifícios.

Em 1999 , Arditi e Nawakorawit (1999a) publicam o artigo "*Designing Buildings for Maintenance: Designers Perspective*" na revista cientifica *Journal of architectural engineering*, onde expõem a importância da inclusão da manutenção logo nas fases iniciais do edifício (fase de projeto). É realizado um estudo com as principais empresas projetistas a fim de procurar saber de que forma o tema da manutenção é abordado.

Em 1999, Arditi e Nawakorawit (1999b) publicam o artigo "*Issues in Building Maintenance: Property Managers Perspective*" na revista cientifica *Journal of architectural engineering*, onde referem a atual negligencia em relação à manutenção de edifico. É feita uma abordagem às estratégias e gestão da manutenção e um estudo acerca das praticas de manutenção num conjunto de empresas.

Em 1999, Dann, Worthing, e Bond (1999) publicam o artigo "*Conservation maintenance management – establishing a research agenda*" na revista cientifica *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, que trata de assuntos relacionados com manutenção de edifícios com valor histórico, nomeadamente ao nível da gestão e custos da manutenção.

Em 2001, Flores-Colen e Brito (2001) publicam o artigo "*Manutenção de Edifícios Correntes – Estado Actual do Conhecimento*" na revista cientifica *Construção 2001*, onde é feita uma breve análise do setor da manutenção em Portugal e uma abordagem às estratégias, custos e sistemas de manutenção.

Em 2001, Lee e Wordsworth (2001) publicam a 4ª edição do livro "Lee`s building maintenance management" que fala sobre os princípios, planeamento e custo da manutenção.

Em 2008, Hackman Hon Yin e Scott (2008) publicam o artigo "*Overview of maintenance strategy, acceptable maintenance standart and resources from a building maintenance operation perspective*" na revista cientifica *Journal of building Appraisal*, onde são discutidos os principais problemas e das politicas de manutenção presentes nos edifícios atuais.

Em 2010, Flores-Colen e de Brito (2010) publicam o artigo *"A systematic approach for maintenance budgeting of buildings façades based on predictive and preventive strategies"* na revista cientifica *Construction and Building Materials*, onde expõem quais os aspetos relevantes das estratégias de manutenção preditiva e preventiva, bem como a análise dos custos associados a essas praticas com recurso ao método LCC.

Em 2010, Freitas, Brito, e Flores-Colen (2010) publicam artigo "*Discussion of Criteria for Priorization of Preditive Maintenance of Building Façades: Survey of 30 Experts*" na revista ciêntifica *Journal of performance of constructed facilities*, onde é feita uma análise da prática de estratégias de manutenção preventivas com enfase nas fachadas dos edifícios.

Em 2011, Christen, Girmscheid, e Wallbaum (2011) apresentam um estudo denominado de "*Application of Industrial Maintenance Methods on Building Maintenance"* durante a 6ª Conferência Internacional de Engenharia Estrutural e Construção em Zurich, onde expõem a aplicação de métodos provenientes da manutenção industrial à manutenção de edifícios.

Em, 2013, Kerr (2013) publica a sétima edição do livro "*Conservation Plan*", intitulada de "*A Guide to the Preparation of Conservation Plans for Places of European Culture Significance*" que trata de assuntos relacionados com a conservação de edifícios com valor histórico, nomeadamente ao nível da manutenção.

Em 2016, Fernandes Rocha e Calejo Rodrigues (2016) publicam o artigo "*Maintenance as a Guarantee for Roofing Performance in Buildings with Heritage Value*" na revista cientifica *Buildings*, que faz referencia à importância da inclusão do tema da manutenção nas fases iniciais de conceção dos edifícios aplicando uma metodologia de apoio à manutenção ao EFM - Coberturas.

### 2.13.4. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

De forma a perceber melhor o modo como a pesquisa da dissertação foi efetuada, foi realizada uma análise bibliométrica das publicações que foram objeto de consulta, através de um conjunto dados estatísticos.

Em primeiro, foi realizada uma análise onde se divide a pesquisa efetuada por tipos de publicação, ou seja, em: artigos científicos, livros, teses, normas e regulamentos e outras publicações (publicações em conferência, relatórios estatísticos). Pela observação da Figura 11, conclui-se que todas as categorias estão bastante equilibradas, sendo que os artigos científicos foram os mais consultados.

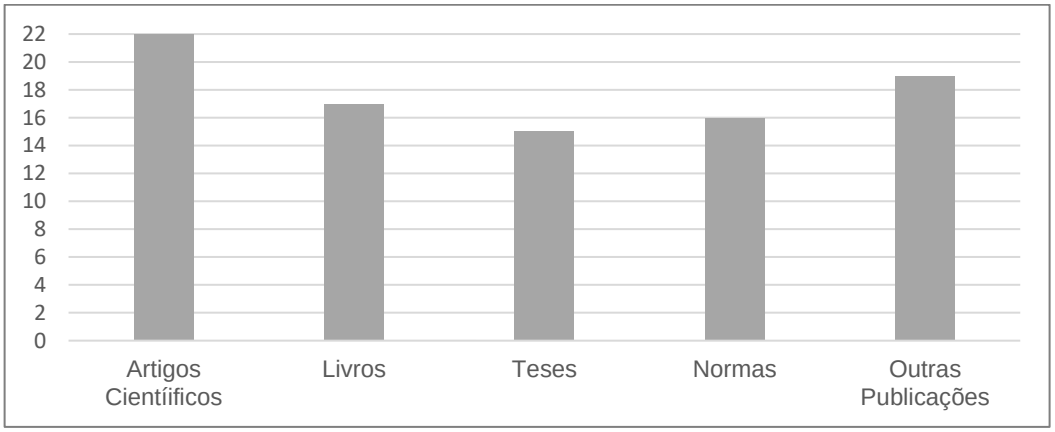



Figura 11 - Tipos de publicações pesquisadas

A segunda análise realizada tem o objetivo de avaliar o número de artigos publicados por ano. Da Figura 12 conclui-se que grande parte das publicações utilizadas para a elaboração da dissertação foram publicadas no ano de 2009 e grande parte na primeira década no novo milénio.

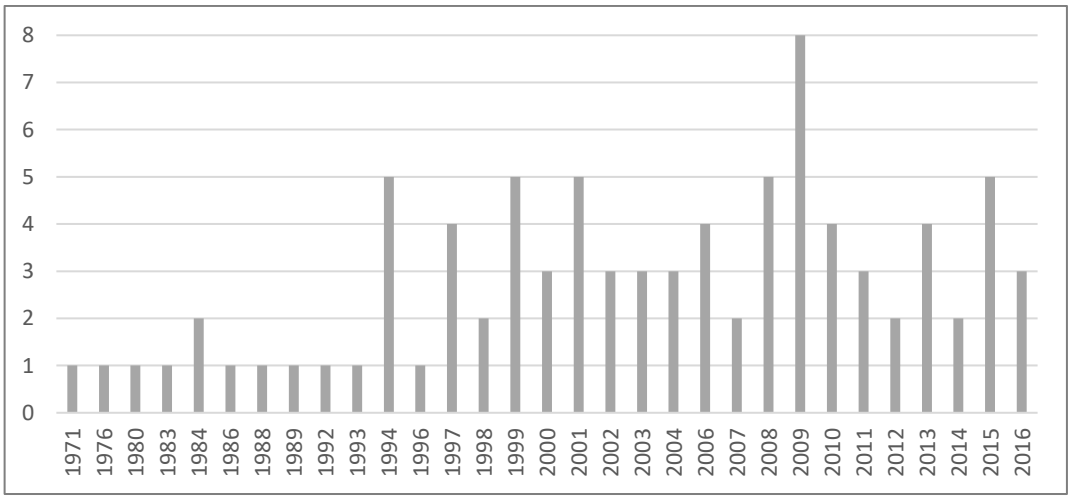



Figura 12 - Divisão cronológica das publicações pesquisadas

De seguida é elaborada outra análise, onde se tipificam as publicações pesquisadas por nacionalidade dos autores mencionados. Da Figura 13 podemos concluir que a grande parte dos autores são provenientes de Portugal, Estados Unidos da América e do Reino Unido.

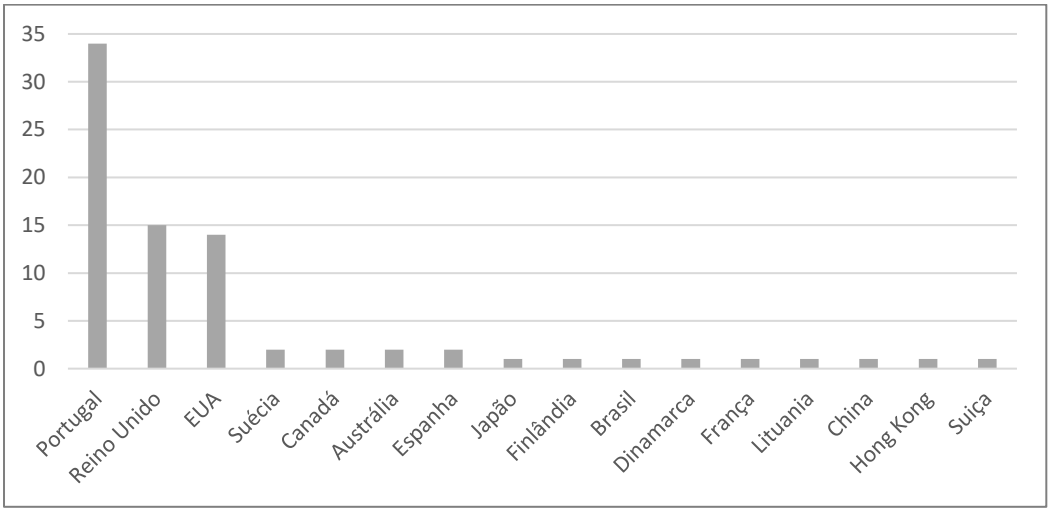



Figura 13 - Nacionalidade dos autores pesquisados

Por fim, é feita a análise dos autores com mais publicações dentro das publicações mencionadas. Através da análise da Figura 14 pode-se verificar que os autores Inês Flores-Colen, Jorge de Brito e Rui Calejo Rodrigues apresentam um grande número de publicações na área da manutenção de edifícios.

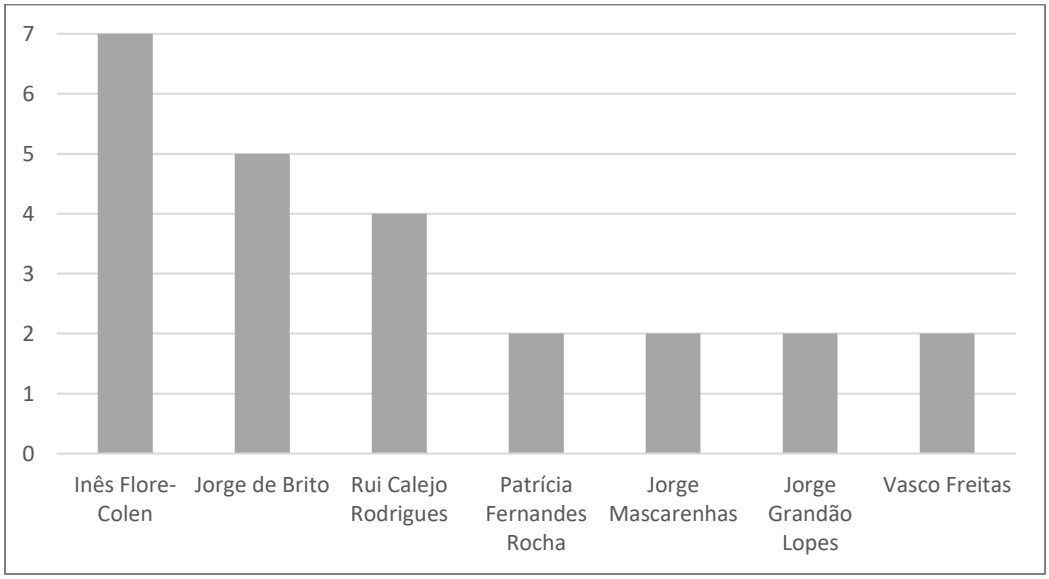



Figura 14 - Autores com mais publicações

# 3

# ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA ELABORAÇÃO DE CONTEÚDOS NO ÂMBITO DA EFICÁCIA DE MANUTENÇÃO

## 3.1. ASPETOS FUNDAMENTAIS DA METODOLOGIA

A metodologia de investigação desta dissertação baseia-se num projeto de investigação elaborado na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto pela arquiteta doutora Patrícia Fernandes Rocha denominado de "*Eficácia da Manutenção. Abordagem integrada do processo construtivo. Critério de severidade e de prioridade na utilização*".

Como se sabe, todos os edifícios têm características diferentes, quer a nível das suas características construtivas, uso, exposição a elementos da natureza, localização, entre outros. Quem habita ou gere os edifícios também constitui um fator importante na vida dos edifícios. Desta forma, a implementação de planos de manutenção genéricos para os vários EFM dos edifícios torna-se pouco viável, pois por exemplo, um edifício situado no Norte do país não tem as mesmas exigências a nível térmico que um edifício situado no Sul. Torna-se importante adequar os planos de manutenção à realidade de cada edifício, ou seja, tornar a manutenção eficaz.

Para que se consiga elaborar planos de manutenção e delinear as estratégias e politicas de manutenção mais apropriadas à realidade de cada edifício, a metodologia de avaliação tem em conta duas variáveis: Condições de desempenho (associadas ao critério de severidade) e Condições de manutenção (associadas ao critério de prioridade na utilização) que são descritas no presente capitulo. Estas duas variáveis quando inseridas numa matriz de correlação permitem avaliar quais as necessidades das politicas de manutenção para cada estratégia identificada, ou seja, a forma como deverá ser conduzida a manutenção para o EFM em causa.

Portanto, a eficácia da manutenção pode ser definida como a relação entre as condições de desempenho e as condições de manutenção, ou seja, entre o critério de severidade e o critério de prioridade na utilização, definida pela seguinte fórmula: (Fernandes Rocha, 2014)

$$\text{Eficácia (E)} = S \times Pu \qquad (5)$$

Onde:

S = critério de severidade

Pu = critério de prioridade na utilização

### 3.1.1. Condições de Desempenho

As condições de desempenho estão associadas a um critério de severidade. O critério de severidade é dependente de fatores endógenos e exógenos. Os fatores endógenos correspondem a "*um conjunto de interferências e circunstâncias relacionadas com o modo de uso e a frequência de utilização de um EFM*" (Torres 2009). Exemplos de fatores endógenos são, por exemplo, o número de vezes em que as coberturas inclinadas com desvão útil ou coberturas em terraço recebem solicitações dos utentes e a intensidade dessas mesmas solicitações. Na aplicação da metodologia, os fatores endógenos são denominados de *Modo de uso*. Já os fatores exógenos "*tem a ver com o meio onde se insere um determinado EFM, podendo definir-se como o conjunto de interferências e circunstâncias relacionadas com a sua localização face à envolvente e os agentes de degradação a que está exposto*"(Torres 2009). Exemplos de fatores exógenos são, por exemplo, a exposição solar a que uma cobertura está exposta ou a exposição a ambientes marítimos. Os fatores exógenos são denominados de *Agentes de degradação*.

Portanto, o critério de severidade é definido pelo *Modo de uso* e pelos *Agentes de degradação* associados ao EFM em causa. Para introduzir o critério de severidade na matriz de correlação, são estabelecidos três níveis de severidade: **Pouco severo (α)**, **Moderadamente severo (β)** e **Muito severo (γ)**. Estes níveis de severidade dependem da classificação da "agressividade" e exposição do *Modo de uso* e dos *Agentes de degradação* que se regem por um conjunto de normas e regulamentação. A Figura 15 mostra a síntese das condições de desempenho.

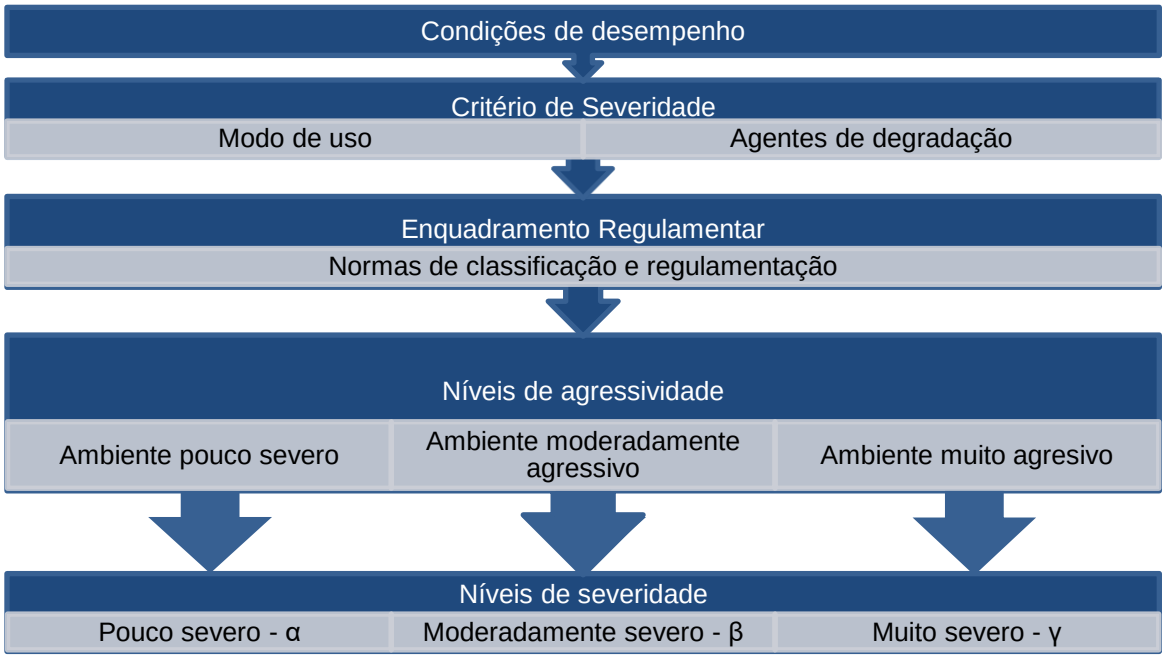



Figura 15 – Síntese das condições de desempenho (adaptado de Fernandes Rocha, 2014)

### 3.1.2. CONDIÇÕES DE MANUTENÇÃO

Por outro lado, as condições de manutenção estão associadas a um critério de prioridade na utilização. Este critério é independente das condições de desempenho e representa a atitude do utente perante a manutenção, que pode apresentar um maior ou menor nível de exigência face às politicas de manutenção. Segundo Torres (2009) este critério de prioridade na utilização pode ser influenciado por razões económicas, técnicas e até culturais.

Por isso o critério de prioridade na utilização é dividido segundo três níveis de manutenção I, II e III que correspondem a três níveis de exigência: Pouco exigente (i), Moderadamente exigente (ii) e Muito exigente(iii). **O nível de manutenção I** – Pouco exigente i – corresponde a uma abordagem simplista em relação à manutenção, com um padrão de atuação simples, executada pelo próprio utente e/ou pontualmente com recurso a um técnico especializado. **O nível de manutenção II** – Moderadamente exigente ii – corresponde a uma abordagem cuidada em relação à manutenção, com um padrão de atuação frequente, executada pelo próprio utente e/ou um técnico especializado com recurso a produtos e/ou equipamentos de apoio específicos para manutenção dos elementos e componentes. **O nível de manutenção III** – Muito exigente iii – corresponde a uma abordagem minuciosa em relação à manutenção, com um padrão de atuação muito frequente, executada por um técnico especializado com recurso a produtos e/ou equipamentos de apoio específicos para a manutenção dos elementos e componentes. A Figura 16 mostra a síntese das condições de manutenção.

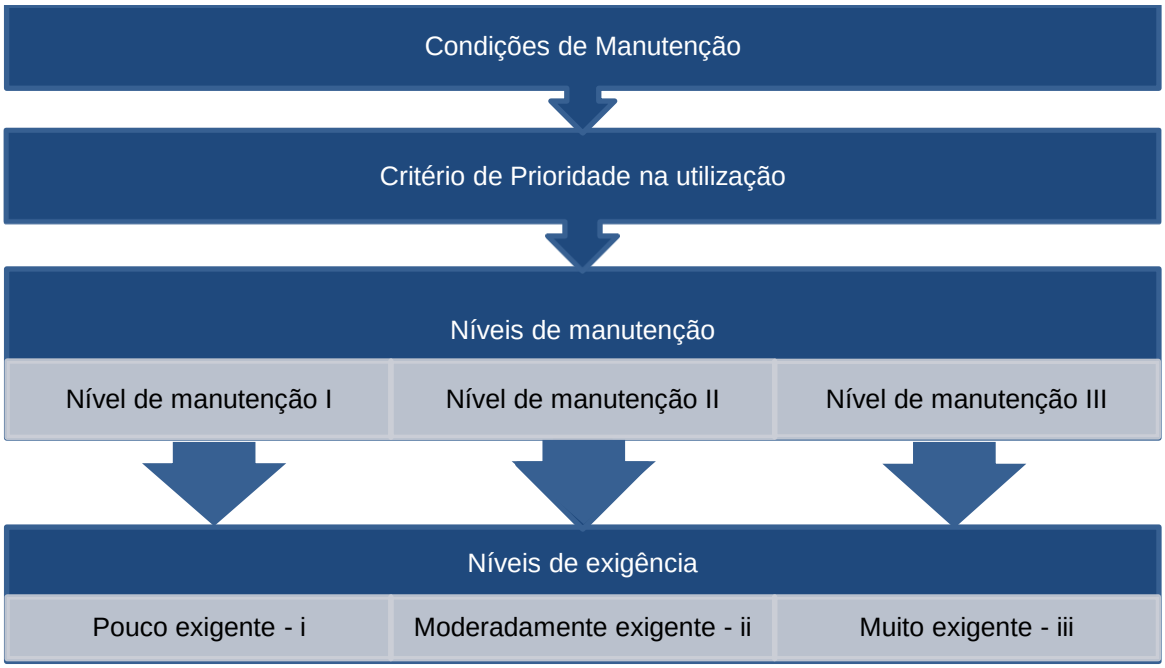



Figura 16 - Síntese das condições de manutenção (adaptado de Fernandes Rocha, 2014)

### 3.1.3. MATRIZ DE CORRELAÇÃO

A matriz de correlação pretende relacionar as condições de desempenho com as condições de manutenção através dos critérios de severidade e prioridade na utilização. O cruzamento dos vários níveis de severidade α, β e γ com os níveis de exigência i, ii e iii permitem obter uma otimização das estratégias e politicas de manutenção a aplicar ao EFM. Assim sendo, os resultados obtidos no projeto de investigação permitiram concluir que, na realidade, a correlação entre os dois critérios de avaliação permite identificar três tipos de necessidades em termos de conteúdos de manutenção a implementar para as estratégias de manutenção e respetivas politicas. Os atributos das politicas podem ser ordenados segundo três grupos: αi, βii e γiii corresponde ao primeiro grupo; αii, αiii e βiii corresponde ao segundo grupo e βi, γi e γii corresponde ao terceiro grupo. Para cada grupo é implementada uma estratégia de manutenção preventiva (condicionada ou sistemática), e são definidos os modos de atuação. Também são estabelecidos para cada um destes três grupos um conjunto atributos em relação às politicas de manutenção:

- Procedimentos. Tarefas
- Recursos Envolvidos
- Origem da ocorrência de anomalias
- Prioridade da operação
- Entidade responsável
- Tempo médio entre intervenções (TMI)
- Cronograma padrão
- Custo por intervenção. Tipo de custos

O Quadro 8 apresenta a síntese da matriz de correlação proposta pela metodologia a ser usada.

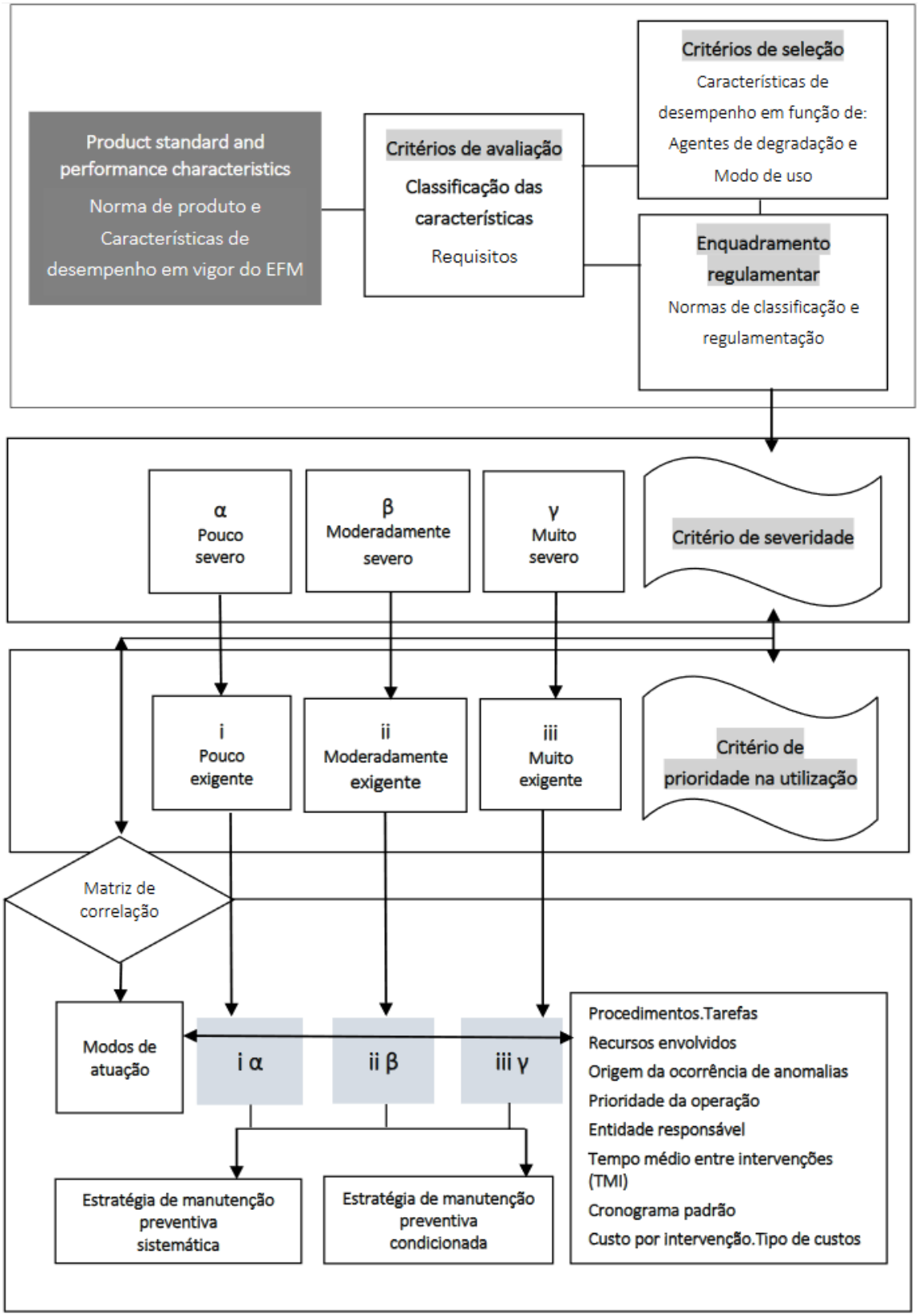
Quadro 8 – Matriz de correlação

| Eficácia na Manutenção | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Estratégias de Manutenção Preventiva:<br>Condicionada/Sistemática<br>Modo de Atuação: | | | Condições de desempenho | | |
| | | | Critério de Severidade | | |
| | | | α<br>Pouco severo | β<br>Moderadamente severo | γ<br>Muito severo |
| Condições de manutenção | Critério de prioridade na utilização | i<br>Pouco exigente | Estratégia Condicionada<br>Estratégia Sistemática | Estratégia Condicionada | Estratégia Condicionada |
| | | ii<br>Moderadamente exigente | Estratégia Sistemática | Estratégia Condicionada<br>Estratégia Sistemática | Estratégia Condicionada |
| | | iii<br>Muito exigente | Estratégia Sistemática | Estratégia Sistemática | Estratégia Condicionada<br>Estratégia Sistemática |

De salientar que a metodologia de avaliação tem como âmbito a definição das estratégias de manutenção preventivas mais adequadas e respetivos conteúdos de manutenção, ou seja, dependendo da relação entre os vários níveis da matriz, opta-se por uma estratégia de manutenção preventiva sistemática ou condicionada. Isto porque relativamente à manutenção corretiva, esta baseia-se em fenómenos patológicos existentes, sendo necessário a realização de um estudo para identificar as anomalias e diagnosticar os problemas presentes nos EFM em causa.

No Quadro 9 apresenta-se o fluxograma da metodologia de investigação da dissertação.

Quadro 9 – Fluxograma da metodologia de investigação (adaptado de Fernandes Rocha, 2014)



# 4

# CONTEÚDOS DE MANUTENÇÃO PARA O EFM - COBERTURAS

## 4.1. CONDIÇÕES PRELIMINARES

Neste Capítulo são abordados conceitos relacionados com o Elemento Fonte de Manutenção em estudo na presente dissertação – Coberturas - de forma a volver uma leitura mais inteligível, o Capítulo divide-se em três partes.

Numa primeira parte, aborda-se o conceito genérico de cobertura, e qual a sua importância na conceção dos edifícios. Também se apresenta um enquadramento das coberturas a nível nacional e internacional.

Na segunda parte, é elaborada uma tipificação de soluções construtivas para o EFM – Coberturas, onde se apresentam as soluções mais correntes e quais as suas principais características.

Na terceira parte é realizado um enquadramento das exigências funcionais das coberturas para que possam ser definidos os critérios de avaliação relativos às condições de desempenho e de manutenção a utilizar na matriz de correlação.

## 4.2. ENQUADRAMENTO DO ELEMENTO FONTE DE MANUTENÇÃO - COBERTURAS

As coberturas representam a envolvente exterior superior de uma edificação e têm como principal função a proteção contra os agentes externos existentes.

A tipificação das várias soluções construtivas que uma cobertura pode apresentar não se rege apenas por um único critério, mas sim vários. Numa primeira abordagem, apresenta-se uma classificação genérica das coberturas, relacionada com a sua pendente. Esta classificação permite dividir as coberturas em dois grandes grupos tornando mais fácil a caracterização de cada um. São várias as entidades que estabelecem valores mínimos e máximos de pendentes para as coberturas, e nesse sentido, procura-se sistematizar a informação da seguinte forma:

- **Em terraço**: também referida como horizontal ou plana, é uma cobertura que apresenta pendentes mínimas de 1% (segundo o RGEU) ou 2% (segundo o LNEC). A regulamentação nacional apenas faz referência ao limite mínimo das pendentes, não restringindo um valor máximo para as pendentes de coberturas em terraço. Os restantes países apresentam diversos valores, sendo que a maioria considera o valor máximo de 15%. Por isso, devido às reduzidas pendentes das coberturas em terraço, estas podem ser acessíveis ou não. A escolha da pendente

para uma cobertura está relacionada com fatores como o tipo de sistemas de impermeabilização e proteção utilizados, bem como a sua acessibilidade;

- **Inclinadas:** as coberturas inclinadas correspondem a todas as coberturas que possuem uma pendente superior à fixada como limite das pendentes das coberturas em terraço. Apesar de o valor máximo das coberturas em terraço ser aproximadamente 15%, podem considerar-se, segundo Brito e Paulo (2001) valores de pendentes mínimas para coberturas inclinadas de 8%. As coberturas inclinadas e em terraço apresentam diferentes soluções construtivas que permitem a variação dos valores referidos. As coberturas inclinadas são sempre não acessíveis.

Além das coberturas em terraço e inclinadas, temos outros tipos de coberturas, que embora não exploradas na dissertação, merecem a sua referenciação. Embora pouco usual, mas permitido por alguns países, existem as coberturas com pendente nula, ou seja, com 0% de pendente. Mais usual são as coberturas mistas, que contemplam soluções de coberturas em terraço e inclinadas.

Em 2011, segundo um estudo do INE (INE, 2013), a distribuição das soluções construtivas das coberturas em relação aos edifícios clássicos em Portugal apresentava a seguinte distribuição (Figura 17).

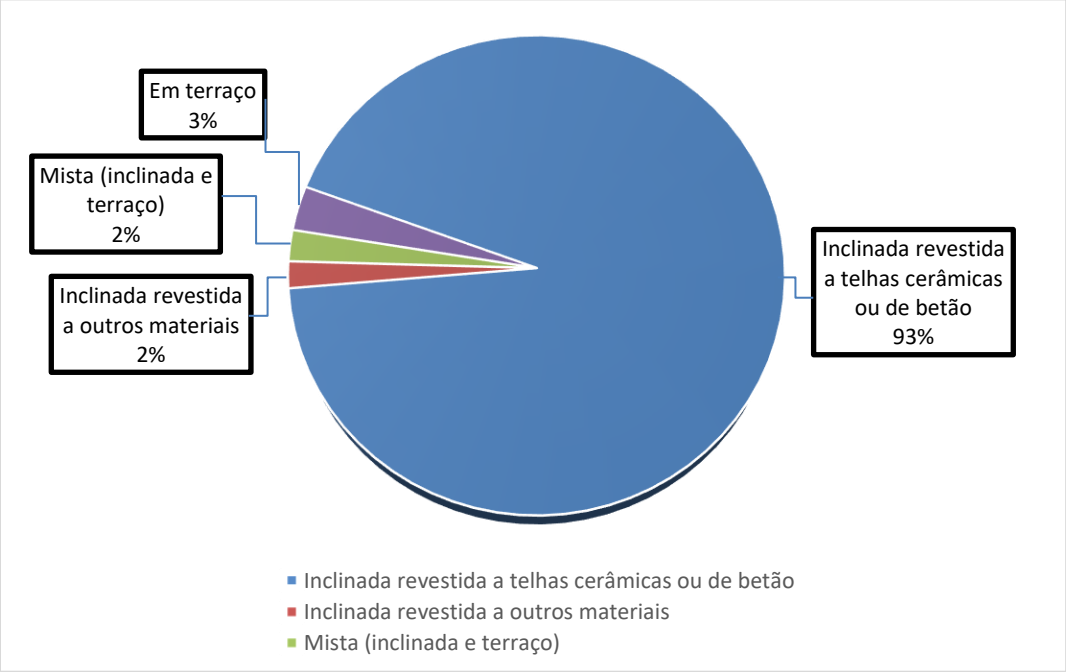



Figura 17 – Distribuição (%) das soluções construtivas de coberturas em Portugal em 2011. (adaptado de INE, 2013)

Da observação da Figura 17, verifica-se que a maior parte dos edifícios em Portugal tinha cobertura inclinada revestida a telhas cerâmicas ou de betão (93%). As restantes soluções construtivas dividiam-se de forma, aproximadamente, equilibrada entre cobertura inclinada revestida a outros materiais (2%), cobertura em terraço (3%) e cobertura mista (inclinada e terraço) (2%).

O mesmo estudo também apresenta a variação do número de edifícios clássicos segundo o tipo de cobertura entre 2001 e 2011. (Figura 18).

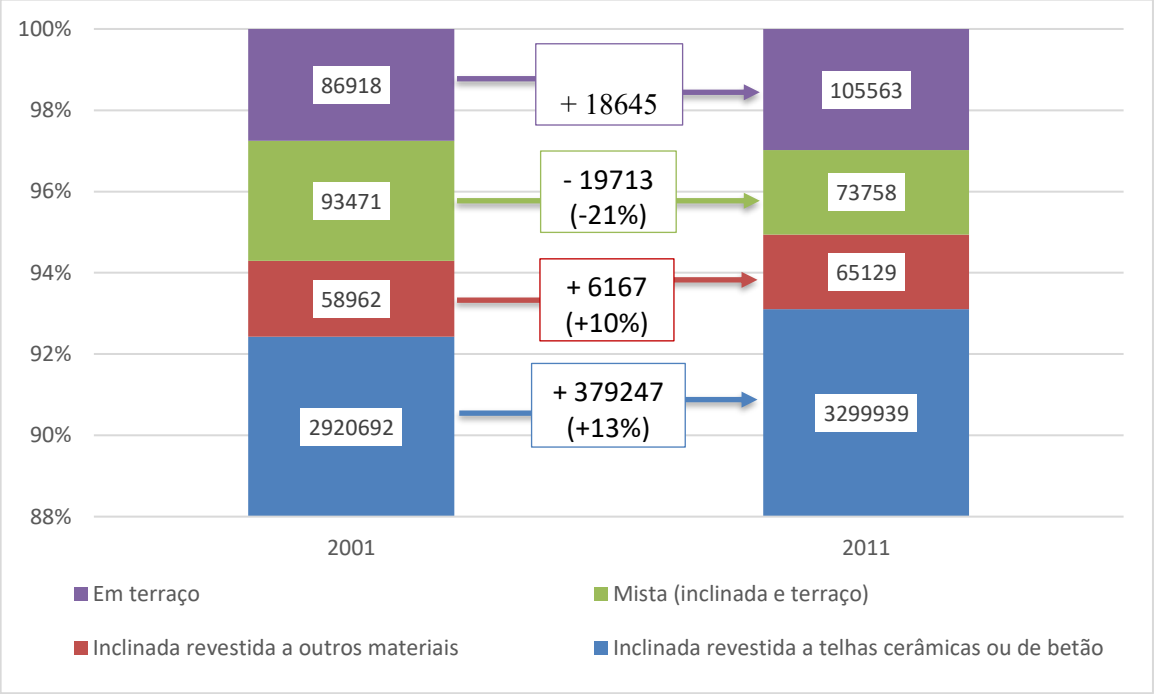



Figura 18 – Variação do número de edifícios clássicos segundo o tipo de coberturas entre 2001-2011 (adaptado de INE, 2013)

Segundo a Figura 18, podemos concluir que entre 2001 e 2011, o número de edifícios clássicos com coberturas inclinadas revestidas a telhas cerâmicas ou de betão mostraram uma variação positiva na ordem dos 13%, muito semelhante às coberturas inclinadas revestidas a outros materiais (10%). A maior variação registada foi relativa às coberturas em terraço, que tiveram uma variação positiva de cerca de 21%. Já as coberturas mistas (inclinadas e terraço) foram o único tipo de coberturas que exibiram uma variação negativa, na ordem dos 21%.

Pode concluir-se que as coberturas inclinadas continuam a representar a maioria das soluções construtivas para os edifícios clássicos. Contudo, as coberturas em terraço têm vindo a ganhar cada vez mais peso como solução construtiva. Já as coberturas mistas (inclinada e terraço) não tem tido grande expressão como solução construtiva.

## 4.3. COBERTURAS EM TERRAÇO

### 4.3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

As coberturas em terraço têm como principal característica a horizontalidade (ou próximo dessa posição) das camadas dos materiais que as constituem. Como referido, adotam como pendente mínima de 1% e como pendente máxima por volta dos 15%. O subcapítulo pretende elucidar o leitor acerca das definições genéricas dos constituintes de uma cobertura, principais formas de classificação das coberturas e quais as exigências que tem que dar resposta. Na elaboração deste subcapítulo foi utilizada a seguinte bibliografia:

- Jorge Grandão Lopes (1994). "*Revestimentos de impermeabilização de coberturas em terraço*" - denominado de ITE 34, LNEC;
- Jorge Grandão Lopes (1994). "*Anomalias em impermeabilizações de coberturas em terraço*" - denominado de ITE 33, LNEC.

### 4.3.2. CONSTITUIÇÃO DE UMA COBERTURA EM TERRAÇO

Uma cobertura em terraço é constituída por várias camadas; destas destacam-se a estrutura resistente, a camada de forma, o revestimento de impermeabilização e o isolamento térmico, que se consideram como fundamentais para satisfazer as suas principais exigências funcionais. Além destas camadas, as coberturas adotam também nas suas soluções construtivas a camada de regularização, barreira para-vapor, camada de dessolidarização e camada de proteção. Na Figura 19 é apresentado um esquema da constituição geral de uma cobertura plana.

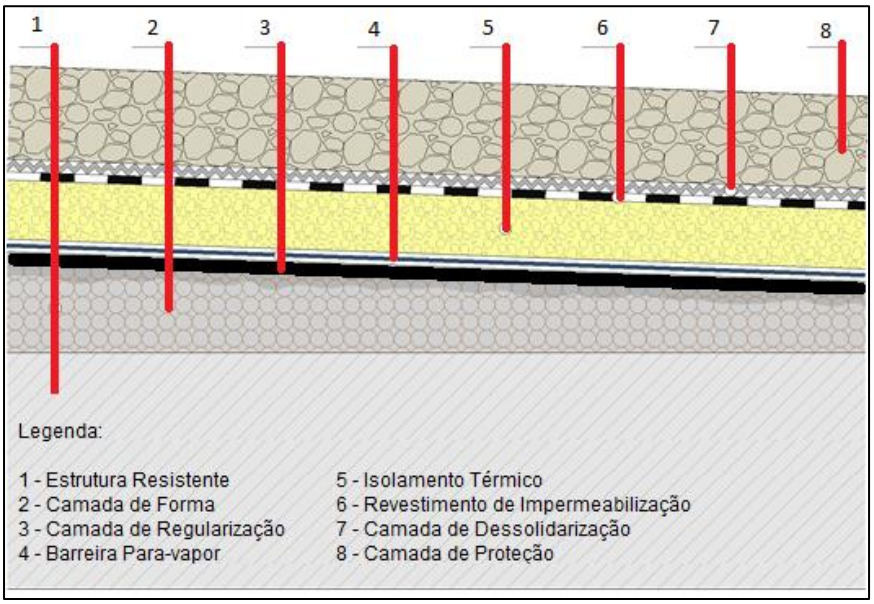



Figura 19 – Exemplo de uma cobertura em terraço (adaptado de CYPE)

A **estrutura resistente (1)**, designada também por laje de cobertura, é o elemento estrutural no qual as coberturas em terraço se apoiam, e cuja principal função é suportar as diferentes cargas a que uma cobertura em terraço está exposta. A estrutura resistente deve ser dimensionada de forma a suportar o

peso próprio de todo o sistema construtivo da cobertura e as sobrecargas a que a cobertura está exposta durante a sua vida útil.

A **camada de forma (2)** é o elemento responsável por conferir a pendente da cobertura, de forma a assegurar o correto escoamento da água que se encontra na superfície da cobertura para as caleiras. O valor mínimo para o declive da camada de forma é de 1%. A camada de forma assenta normalmente sobre a estrutura resistente e serve de base para as camadas de impermeabilização e de isolamento térmico. Esta camada é normalmente constituída por materiais como betão leve de argila expandida, granulado de cortiça, betão leve de poliestireno expandido ou betão celular. Logo, por ser constituída por materiais leves, a camada de forma não é considerada como parte integrante da estrutura resistente, mas sim, considerada como uma sobrecarga.

O **revestimento de impermeabilização (6)** tem como função principal garantir a estanqueidade da cobertura. A impermeabilidade, a par das exigências térmicas, constitui uma grande importância no desempenho funcional das coberturas. Por isso, os revestimentos de impermeabilização devem de ser protegidos contra as ações climáticas e mecânicas a que estão submetidos durante a vida útil das coberturas. Esta proteção é normalmente assegurada por um revestimento de proteção ou uma camada de dessolidarização. O revestimento de impermeabilização pode apresentar vários tipos de classificação. Pode ser classificado segundo a constituição dos materiais constituintes do sistema de impermeabilização ou segundo o modo de ligação entre o revestimento de impermeabilização e o seu suporte.

O **isolamento térmico (5)** tem como função principal garantir que a cobertura satisfaça as exigências de conforto térmico do edifício. A redução das trocas de calor entre o exterior e os espaços subjacentes à cobertura contribui para um aumento da eficiência energética, ou seja, um aumento do conforto térmico associado a uma redução dos consumos de energia do edifício. Durante as estações de aquecimento, o isolamento térmico deve conseguir evitar as perdas de calor, enquanto que durante as estações de arrefecimento deve conseguir evitar o sobreaquecimento do edifício através da cobertura. (Pinto, 2013)

A **camada de regularização (3)** tem como função principal regularizar a superfície da estrutura resistente. A obtenção de uma superfície lisa previne que as camadas seguintes não se deformem ou degradem. Esta camada pode servir de base para camadas de forma, barreiras para-vapor, isolante térmico ou revestimentos de impermeabilização. A camada de regularização é normalmente constituída por argamassa de pequena espessura.

A **barreira para-vapor (4)** tem como função principal evitar a passagem do fluxo de vapor de água proveniente do interior da habitação em direção ao exterior. Esta camada situa-se normalmente subjacente à camada de isolamento térmico para evitar que se formem condensações no interior e posteriormente a degradação dessa camada. As barreiras para-vapor podem apresentar a seguinte classificação:

- Membranas rígidas: constituídas por plásticos reforçados, alumínio e outras chapas metálicas;
- Membranas flexíveis: constituídas por folhas metálicas, papeis, filmes de plástico e feltros;
- Películas de revestimentos: constituídas por tintas, emulsões betuminosas ou resinosas.

A **camada de dessolidarização (7)** tem como função principal a proteção do revestimento de impermeabilização da camada de proteção. Logo, a camada situa-se normalmente sobre o revestimento de impermeabilização e sob a camada de proteção. A camada de dessolidarização evita que o

revestimento de impermeabilização seja danificado devido às ações climáticas ou mecânicas a que a camada de proteção está sujeita. Normalmente é constituída por mantas de geotêxtil (polipropileno ou poliéster) ou ainda por camadas de areia e agregados (separados por um tecido não sintético da camada de proteção).

A **camada de proteção (8)** tem como função principal a proteção do revestimento de impermeabilização ou do isolamento térmico das ações climáticas (tais como a radiação solar e ação do vento) ou mecânicas (circulação de pessoas ou veículos) a que está sujeita. Esta camada corresponde à camada mais exterior de uma cobertura e pode ser classificada em três categorias (sem proteção, proteção leve e proteção pesada) que serão ainda desenvolvidas neste capítulo.

Os **pontos singulares** de uma cobertura são zonas que necessitam de uma conceção mais cuidada ou conscienciosa ao nível dos sistemas de impermeabilização. São considerados pontos singulares, as platibandas ou paredes emergentes, as juntas de dilatação, os pontos de drenagem e a evacuação de águas pluviais, os atravessamentos da cobertura (tubagem de ventilação) e as soleiras de portas. (Figura 20)

As anomalias mais recorrentes associadas aos pontos singulares são os deslocamentos de remates nos elementos emergentes e imergentes da cobertura, e os rasgamentos ou fissuração de remates nas juntas de dilatação e nos elementos emergentes e imergentes da cobertura.

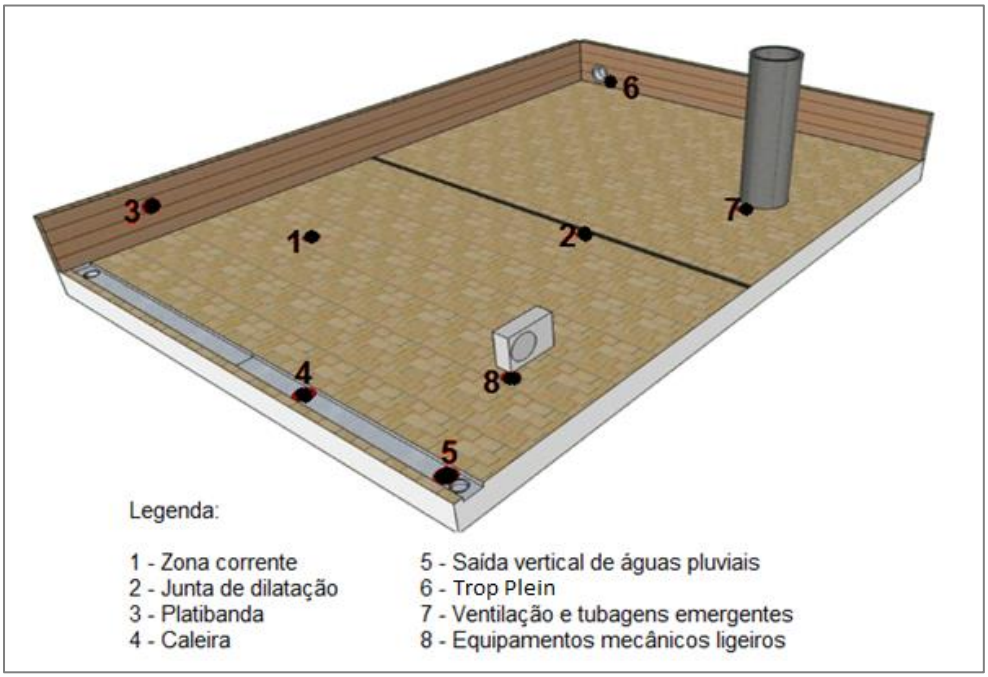



Figura 20 – Ilustração dos principais pontos singulares de uma cobertura (adaptado de Pinto, 2013)

### 4.3.3. Classificação de Coberturas em Terraço

As coberturas em terraço podem ser classificadas segundo vários critérios, por isso no presente subcapítulo são desenvolvidas as classificações expostas no Quadro 10:

Quadro 10 – Classificações das Coberturas em Terraço

| Classificações das Coberturas em Terraço | |
|---|---|
| Classificação | Acessibilidade |
| | Estrutura resistente |
| | Localização da camada de isolamento térmico |
| | Natureza da matéria-prima usada nos materiais isolantes |
| | Modo de produção e execução nos materiais isolantes |
| | Sistemas de impermeabilização |
| | Camada de proteção do revestimento de impermeabilização |

#### 4.3.3.1. Classificação quanto à acessibilidade

As coberturas podem ser classificadas segundo a sua acessibilidade, ou seja, a capacidade ou incapacidade de permitir o uso corrente da sua superfície exterior:

- **Não acessíveis:** são coberturas que, pela dificuldade de acesso, natural ou propositada, permitem excecionalmente a circulação ou permanência de pessoas durante a realização de trabalhos de manutenção ou reparação. Deverão ser tomadas medidas especiais como a adoção de caminhos de circulação de forma a proteger as camadas mais sensíveis às ações externas aplicadas durante os trabalhos de manutenção ou reparação;
- **Acessíveis a pessoas**: são coberturas que permitem a circulação de pessoas, mas tendo em conta que pode ser limitado pela capacidade resistente da cobertura;
- **Acessíveis a veículos:** as coberturas acessíveis a veículos encontram-se divididas em dois grupos: acessíveis a veículos ligeiros (segundo o Código de Estrada lei n.º 72/2013), veículos com peso bruto igual ou inferior a 3500kg e com lotação não superior a 9 lugares, incluindo o do condutor); acessíveis a veículos pesados (permitida a circulação de veículos ligeiros e pesados, como, por exemplo, os parques de estacionamento sobre coberturas de caves de edifícios;
- **Especiais:** são denominadas de coberturas especiais aquelas que contêm equipamentos industriais ou semelhantes e as coberturas ajardinadas.

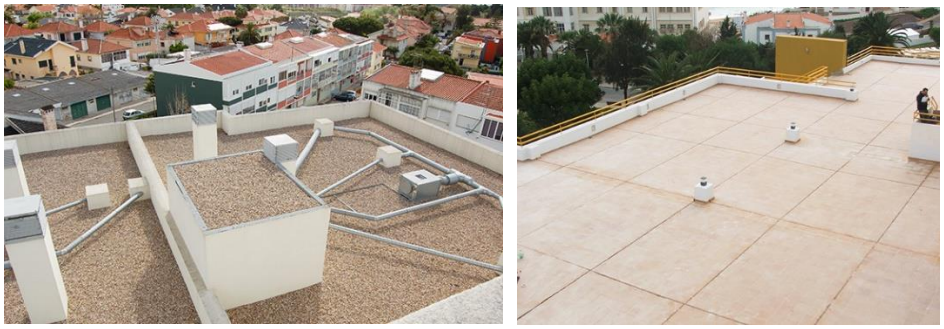


Figura 21 – Exemplo de uma cobertura não acessível/com acessibilidade limitada (esquerda) e uma cobertura acessível (direita) (fonte: www.casadosasfaltos.com/portfolio/)

#### 4.3.3.2. CLASSIFICAÇÃO QUANTO À ESTRUTURA RESISTENTE

A estrutura resistente das coberturas em terraço pode apresentar a seguinte classificação:

- **Estrutura rígida:** normalmente utilizada em edifícios correntes, constituída por elementos contínuos (lajes maciças, lajes aligeiradas ou pré-lajes) ou por elementos descontínuos (pranchas vazadas ou perfis especiais);
- **Estrutura flexível**: normalmente utilizada em unidades industriais, pavilhões ou superfícies comerciais (chapas metálicas nervuradas ou pranchas de madeira).

Figura 22 – Exemplo de uma estrutura rígida composta por uma laje maciça (esquerda) e uma estrutura flexível composta por uma estrutura metálica (direita) (adaptado de Serôdio e Paulo, 2010)

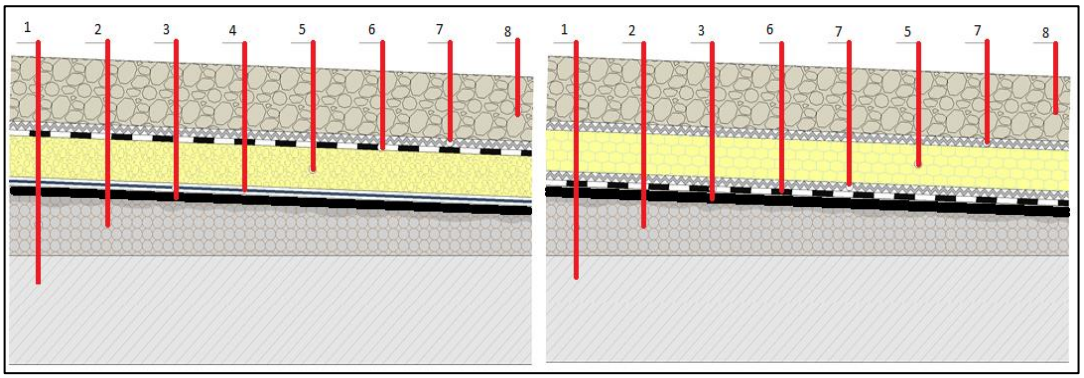
#### 4.3.3.3. CLASSIFICAÇÃO QUANTO À LOCALIZAÇÃO DA CAMADA DE ISOLAMENTO TÉRMICO

Como referido anteriormente, a camada de isolamento térmico, a par do revestimento de impermeabilização, é uma das camadas mais importantes na garantia da satisfação das exigências funcionais da cobertura. A camada de isolamento térmico, em relação às restantes camadas, pode estar localizada em três zonas diferentes:

- **Cobertura tradicional:** nesta solução, a camada de isolamento térmico encontra-se entre a estrutura resistente a o revestimento de impermeabilização. Ou seja, a camada de isolamento térmico pode ter como suporte a estrutura resistente ou a camada de forma e dá suporte ao revestimento de impermeabilização. Contudo, nas coberturas tradicionais, como o revestimento de impermeabilização encontra-se sobre a camada de isolamento térmico, este está mais suscetível a degradações térmicas (radiação solar incidente e diferenças térmicas) e a danos

mecânicos (perfuração devido a cargas aplicadas, entre outros). Pode ocorrer também a degradação da camada de isolamento térmico devido à presença de humidade na parte inferior do revestimento de impermeabilização, quer por infiltração de água quer por humidade proveniente dos materiais de construção;

- **Cobertura invertida:** nesta solução, a camada de isolamento térmico encontra-se sobre o revestimento de impermeabilização. As anomalias descritas relativas às coberturas tradicionais deram origem a este tipo de coberturas. Devido à inversão das duas camadas, permite uma redução considerável das variações térmicas ao longo do ano e a proteção do revestimento de impermeabilização. A preocupação com a proteção do revestimento de impermeabilização deve-se essencialmente à sua dificuldade de execução e o seu custo elevado. O desenvolvimento de isolantes térmicos capazes de resistir à ação da água permitiu uma maior utilização das coberturas invertidas;
- **Isolamento sob a estrutura resistente**: neste tipo de solução, a camada de isolamento térmico pode ser aplicada sob a face interior da estrutura resistente ou em teto falso (como camada ou revestimento do teto falso). Esta solução pode ser uma alternativa às soluções anteriormente apresentadas ou como complemento das mesmas. Contudo esta solução tem alguns inconvenientes, como a redução da inércia térmica, quando a estrutura resistente é constituída por betão armado.




Legenda:

1 - Estrutura Resistente 2 - Camada de Forma 3 - Camada de Regularização 4 - Barreira Para-vapor
5 - Isolamento Térmico 6 - Revestimento de Impermeabilização 7 - Camada de Dessolidarização 8 - Camada de Proteção

Figura 23 – Exemplo de uma cobertura tradicional (esquerda) e uma cobertura invertida (direita) (adaptado de CYPE)

#### 4.3.3.4. CLASSIFICAÇÃO QUANTO À NATUREZA DA MATÉRIA-PRIMA USADA NOS MATERIAIS ISOLANTES

O isolante térmico pode apresentar uma classificação segundo a natureza das matérias primas:

- **Isolantes minerais:** podem ser considerados isolantes de origem mineral as fibras minerais (lã de rocha e lã de vidro), perlite expandida, vermiculite expandida, espuma de vidro e os betões leves (betão celular e betões com inertes leves);
- **Isolantes vegetais**: são exemplos de isolantes vegetais os aglomerados negros de cortiça, aglomerados de fibras de madeira, aglomerados de partículas de madeira, aglomerados de aparas de madeira mineralizada e aglomerados de fibras de linho;
- **Isolantes sintéticos:** os isolantes sintéticos podem ser constituídos por poliestireno expandido, espumas rígidas de poliuretano, espumas de polisocianurato e espumas fenólicas;
- **Isolantes mistos**: são isolantes que ocorrem da junção de dois isolantes, como por exemplo, da junção da perlite expandida com poliuretano ou com lã de rocha.

Figura 24 – Exemplo de um isolante mineral (lã de vidro) (esquerda), isolante vegetal (cortiça)(centro) e isolante sintético (poliestireno expandido) (direita) (fonte: www.archiexpo.com/pt/prod/isosystem)

Esta classificação é importante na medida em que permite a análise da compatibilidade química e física entre os materiais isolantes e os materiais das camadas que com eles contactam.

#### 4.3.3.5. CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO MODO DE PRODUÇÃO E EXECUÇÃO DOS MATERIAIS ISOLANTES

A forma de como os isolantes são produzidos ou executados em obra também permite que sejam classificados da seguinte maneira:

- **Pré-fabricados:** os isolantes pré-fabricados costumam apresentar-se sob a forma de placas ou mantas. São exemplos de isolantes pré-fabricados todas as placas de materiais vegetais sintéticos e mistos. As fibras minerais poderão apresentar-se também em forma de placas;
- **Aplicados "in situ":** consiste na projeção e moldagem do isolante sob a forma de pasta ou espuma. Os betões leves e as espumas sintéticas (principalmente as de poliuretano projetado) correspondem aos isolantes térmicos mais aplicados correntemente. Também os isolantes de forma granular se inserem nesta categoria, que podem ser colocados de forma livre ou aglomerados com um ligante.

Figura 25 – Exemplos de isolantes pré-fabricados sob a forma de placas (esquerda) ou mantas de lã de rocha (centro) e isolantes aplicados "in situ" sob formas granulares de argila expandida (direita) (fonte: argex.pt/isolamento-enchimento.html )

Os processos de fixação dos isolantes térmicos às camadas subjacentes são idênticos às do revestimento de impermeabilização. Podem ser totalmente aderentes, semiaderentes, fixados mecanicamente ou colocados livremente sobre o suporte. A utilização de colagem e fixação mecânica na mesma solução é usual, recorrendo a colas especais (ou betume quente) e parafusos metálicos (ou de plástico) com anilhas de distribuição de forças de aperto, respetivamente.

#### 4.3.3.6. Classificação de Sistemas de Impermeabilização

Os sistemas de impermeabilização podem ser classificados de duas formas. A primeira classificação apresentada diz respeito ao tipo de material utilizado nos sistemas de impermeabilização, que se agrupam da seguinte forma:

- **Sistemas tradicionais:** sistemas utilizados correntemente cujas características são conhecidas, podem ser aplicados "*in situ*" (camadas múltiplas de asfalto e camadas múltiplas de emulsões betuminosas) ou utilizados produtos pré-fabricados (camadas múltiplas de membranas, telas ou feltros betuminosos);
- **Sistemas não tradicionais:** sistemas pouco utilizados cujas características são pouco precisas, podem ser aplicados "in situ" (camadas múltiplas de resinas acrílicas, camadas múltiplas de resinas poliméricas, camadas múltiplas de emulsões de betumes modificados e espumas de poliuretano) ou utilizados produtos pré-fabricados (membranas de betumes modificados APP ou SBS, membranas termoplásticas (PVC) e membranas elastoméricas (EPDM).

Figura 26 – Sistemas tradicionais, camadas múltiplas de asfalto (esquerda), camadas múltiplas de emulsões betuminosas (centro) e feltros betuminosos (direita) (adaptado de Serôdio e Paulo, 2010)

Figura 27 – Sistemas não tradicionais, membranas de betumes modificados APP (esquerda), membranas termoplásticas de PVC (centro) e membranas elastoméricas "EPDM" (direita) (adaptado de Serôdio e Paulo, 2010)

Por outro lado, também pode ser apresentada uma classificação quanto ao modo de ligação entre o revestimento de impermeabilização e o seu suporte:

- **Sistemas aderentes:** o revestimento de impermeabilização é totalmente aderente ao suporte e pode ser fixado por intermédio de um ou mais produtos de ligação a quente ou a frio (betume insuflado e colas especiais) ou fixado através da fusão do material subjacente ao revestimento de impermeabilização (membranas com base em betume ou membranas termoplásticas);
- **Sistemas semiaderentes:** o revestimento de impermeabilização é parcialmente aderente ao suporte e, tal como nos sistemas aderentes, podem ser usados produtos de ligação a quente ou a frio, mas neste caso, a aplicação destes produtos é realizada sem cobrir toda a área de contacto de forma aleatória ou segundo uma distribuição regular. A fixação através da fusão do material subjacente ao revestimento de impermeabilização muito utilizada neste tipo de sistemas. No caso em que a estrutura resistente é de madeira (ou seus derivados) é normal usar uma fixação mecânica (pregagem) de uma primeira camada de revestimento ao suporte;
- **Sistemas independentes**: os revestimentos de impermeabilização podem ser simplesmente apoiados sobre o suporte (as membranas são soldadas entre si e apenas são ligadas ao suporte nos pontos singulares da cobertura) ou é aplicada uma camada de dessolidarização entre o sistema de revestimento e o suporte (de forma a reduzir a interação entre os dois elementos);
- **Sistemas fixação mecânicos:** utilizados principalmente em situações em que a estrutura resistente é constituída por chapas metálicas nervuradas ou de madeira e seus derivados. Caso o suporte da camada de revestimento não for a estrutura resistente, a fixação mecânica delas permitirá uma ligação de todas as camadas que estejam entre elas. A fixação pode ser pontual (cada parafuso ou rebite dispõe de um elemento de distribuição de força do aperto) ou linear (cada parafuso ou rebite é apertado contra um elemento rígido, normalmente colocado sobre o sistema de impermeabilização).

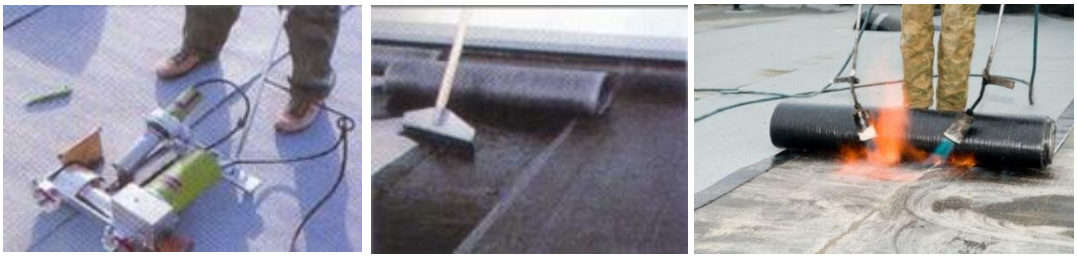


Figura 28 – Sistemas aderentes a ar quente (esquerda), betume de ligação aplicado a quente (centro)e fusão do betume a chama de maçarico (direita) (adaptado de Serôdio e Paulo, 2010)

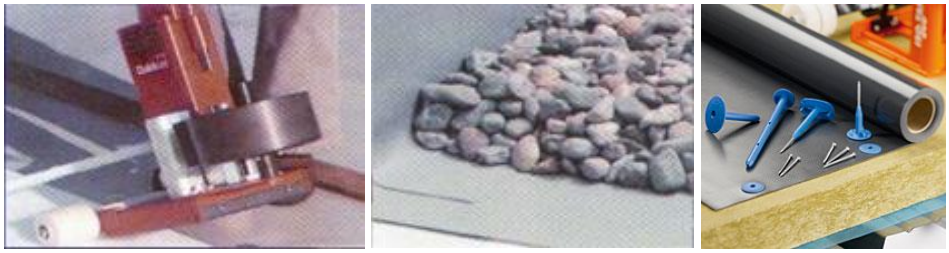


Figura 29 – Sistema semiaderente por colagem ao longo das faixas (esquerda), sistema independente com proteção pesada (centro) e sistema de fixação mecânicos (direita) (adaptado de Serôdio e Paulo, 2010)

Note-se que em qualquer um dos sistemas de ligação apresentados, os remates do revestimento de impermeabilização devem de ser totalmente aderentes aos elementos emergentes da cobertura e, se necessário, recorrer a fixações mecânicas sempre que houver diferenças de alturas entre esses mesmos elementos.

#### 4.3.3.7. CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CAMADA DE PROTEÇÃO DO REVESTIMENTO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A classificação das coberturas em relação ao tipo de proteção da impermeabilização expõe-se da seguinte forma:

- **Sem proteção:** o revestimento de impermeabilização fica aparente, onde, em alguns casos, apresenta na sua superfície superior um revestimento de forma a evitar a aderência quando enrolado;
- **Proteção leve:** a aplicação da camada pode ser executada em fábrica sobre a superfície superior do revestimento, constituída por materiais minerais (areia fina, areão, gravilha, lamelas e xisto), materiais metálicos (folha de alumínio ou cobre) ou por materiais orgânicos (folha de plástico); quando a camada de proteção é executada *"in situ*" é constituída essencialmente por materiais minerais (areão e gravilha) e materiais orgânicos (tintas de alumínio e pinturas de cal);
- **Proteção pesada:** a camada de proteção pode ser formada por camadas rígidas, aplicadas em obra (betonilha, ladrilhos sobre betonilha e placas pré-fabricadas de betão, material cerâmico ou madeira); ou formada por materiais soltos também aplicados em obra (godo, material britado e calhau ou seixo).

Figura 30 – Exemplo de cobertura sem proteção com camada de emulsão betuminosa à vista (esquerda), cobertura com proteção leve de gravilha (centro) e cobertura com proteção pesada de placas pré-fabricadas de betão (direita) (fonte: pmsilicone.com/built-up-roofs/)

Na aplicação de proteção pesada, no caso das placas pré-fabricadas, é corrente a utilização de apoios para o seu suporte. Esta solução é mais vantajosa de ponto de vista térmico e permite que a camada de proteção também admita a circulação na sua superfície.

## 4.4. COBERTURAS INCLINADAS

### 4.4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

As coberturas inclinadas correspondem a coberturas cuja pendente é sensivelmente igual ou maior a 8%. Em Portugal, a grande maioria das soluções construtivas de coberturas são do tipo inclinadas, nomeadamente as revestidas a telhas cerâmicas. Neste subcapítulo faz-se uma síntese dos principais constituintes de uma cobertura inclinada, a tipificação do tipo de coberturas inclinadas existentes e as suas exigências funcionais. Para a elaboração dos conteúdos apresentados, foi utilizada a seguinte bibliografia:

- Associação Portuguesa dos Industriais da Cerâmica de Construção (1998). "*Manual de Aplicação de Telhas Cerâmicas*"; Coimbra;
- Jorge de Brito e Paulo P. (2001). "*Classificação das coberturas inclinadas e respetivos revestimentos*" (2001), IST;
- Jorge Mascarenhas (2006). "*Sistemas de construção: descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados correntemente em Portugal – Coberturas inclinadas* "(1ª e 2ª parte), Lisboa.

### 4.4.2. CONSTITUIÇÃO DE UMA COBERTURA INCLINADA

De uma forma geral, as coberturas inclinadas em Portugal são constituídas por quatro elementos básicos constituídos por:

- **Estrutura principal**: é conferida pelas asnas e pelo travamento. As asnas são compostas por: perna (1), linha (2), escora (3) e pendural (4). O travamento é composto por: frechal (5), madre (6), fileira/pau de fileira (7) e diagonal (8) (estrutura em madeira);
- **Estrutura secundária:** ou subestrutura é composta pelos elementos de suporte do revestimento e serve para que as cargas do revestimento sejam transmitidas à asna nos pontos corretos. É constituída por: vara (9), guarda-pó (10) e ripas (11). Normalmente as ripas encontram-se adjacentes a um contra ripado localizado sob as mesmas (estrutura em madeira);
- **Forro:** (10) é responsável pela proteção térmica, proteção acústica, proteção contra infiltrações ou condensações no revestimento, travamento e acabamento caso o desvão seja útil (estrutura em madeira);
- **Revestimento:** corresponde à camada mais externa da cobertura e tem como função a proteção da cobertura contra as ações climáticas. É constituído por telhas (12) ou chapas (13).

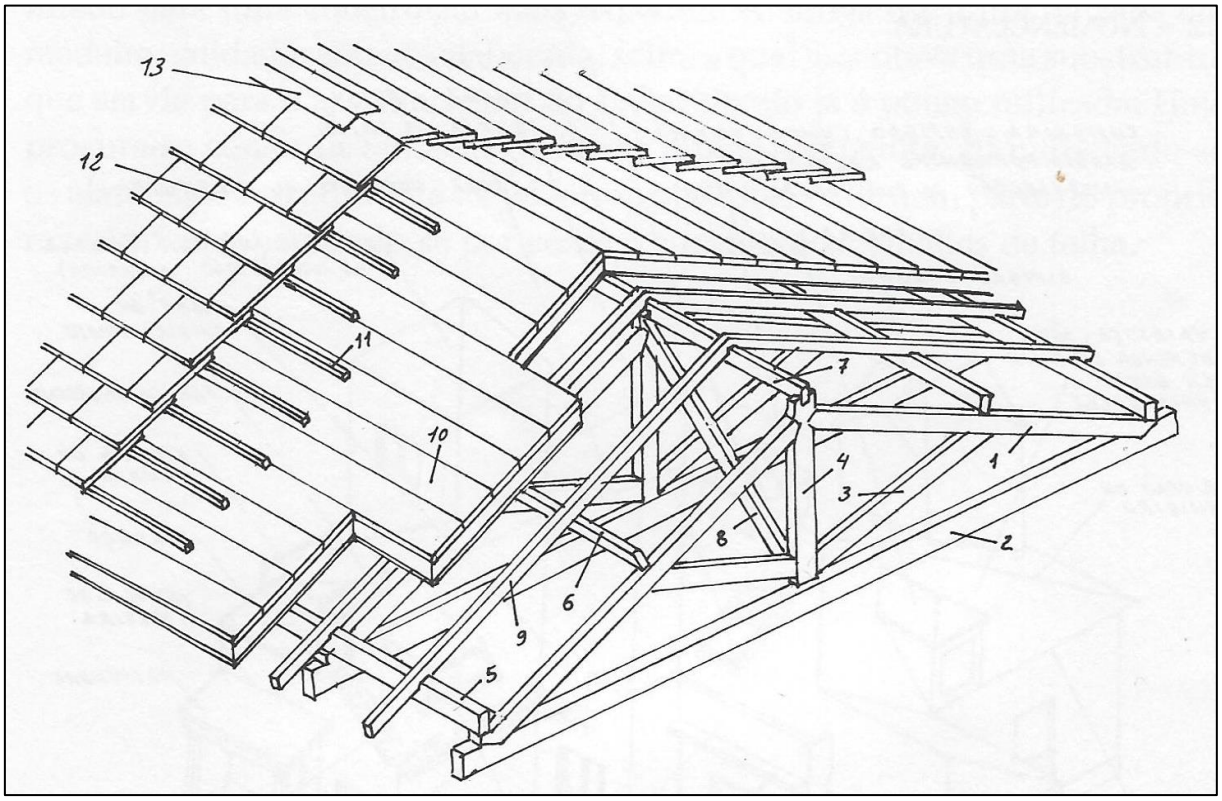



Figura 31 – Constituição de uma cobertura inclinada revestida a telha com estrutura em madeira (adaptado de Mascarenhas, 2006)

A Figura 31 corresponde a uma solução construtiva de coberturas inclinadas presente em grande parte dos edifícios históricos e não só. Porém nas ultimas décadas verificou-se um desuso deste tipo de soluções, onde se procurou construir coberturas de uma forma mais expedita. Logo, as coberturas inclinadas foram alvo de uma evolução a nível construtivo. A primeira mudança verificou-se ao nível das asnas, que possivelmente devido à falta de mão de obra e madeira aliada ao interesse da fabricação em série, a madeira foi substituída por ferro, dando origem a asnas metálicas. Outra mudança importante, foi em relação ao revestimento. O aparecimento de chapas de fibrocimento proporcionou uma redução de apoios necessários para seu suporte, sendo mais vantajoso do que a solução em telha. Em seguida, o desenvolvimento de estruturas de suporte em betão armado permitiu uma melhor proteção contra ações externas como o vento.

As estruturas de madeira também sofreram alterações, as tradicionais asnas foram substituídas por asnas de madeiras lamelada colada, que permitia construir peças estruturais de grandes dimensões. O aparecimento de painéis para o revestimento das coberturas, como os painéis sandwich revestidos a chapas de alumínio, permitiu garantir a estanqueidade, conforto térmico e acústico da cobertura. Por fim, o desenvolvimento de estruturas autoportantes, em que o sistema de revestimento desempenhava um papel de apoio estrutural, impermeabilização e de isolamento térmico. As Figuras 32 e 33 representam de uma forma simplista a evolução das coberturas inclinadas.

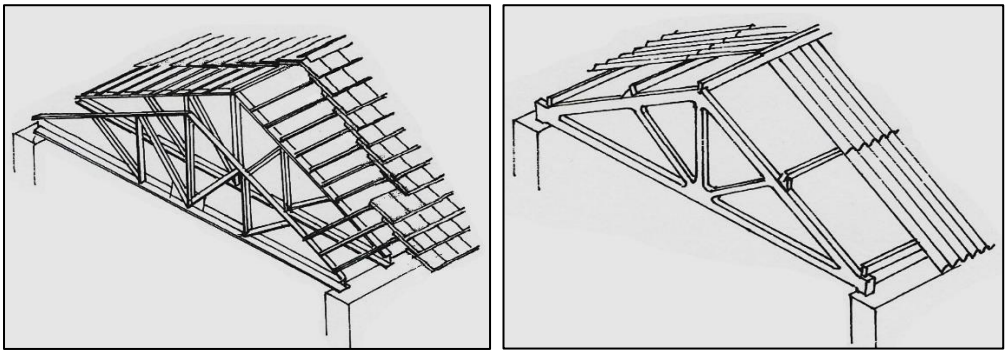


Figura 32 – Exemplo de uma cobertura com asnas metálicas e revestimento em telha (esquerda) e uma cobertura com asnas em betão armado e revestimento em chapa de fibrocimento (direita) (adaptado de Mascarenhas, 2006)

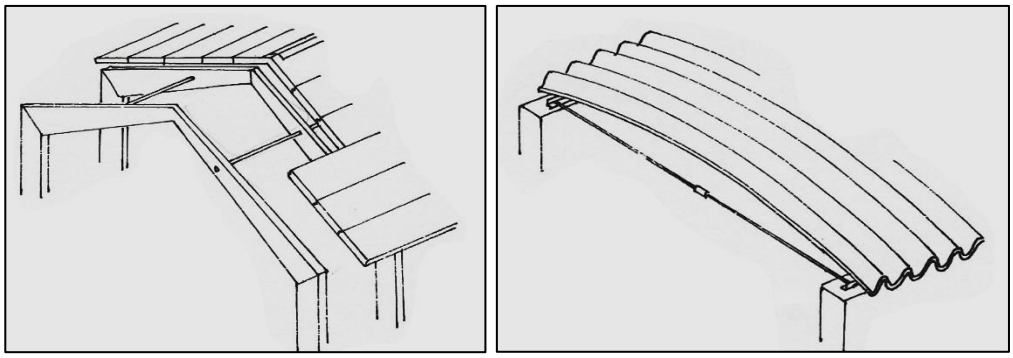


Figura 33 – Exemplo de uma cobertura com asnas de madeira lamelada e revestimento de painel sandwich (esquerda) e uma cobertura com estrutura autoportante (direita) (adaptado de Mascarenhas, 2006)

Em relação aos pontos singulares de uma cobertura inclinada, são ilustrados os principais pontos singulares das coberturas revestidas a telhas cerâmicas, por ser o revestimento mais usual. Na Figura 34 pode-se observar os pontos singulares identificados: cumeeira (1), laró (2), beiral (3), rincão (4), remates e encontros com paredes emergentes (5), capeamento de empena (6), chaminés/ventilação (7), caleiras (8), tubos de queda (9), tapeíras (10) e claraboias (11).

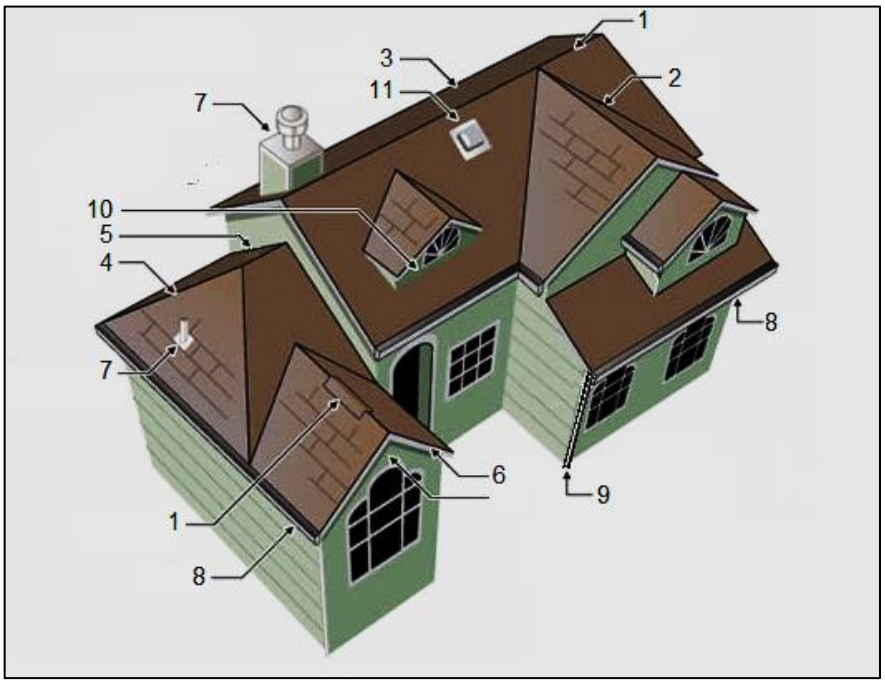



Figura 34 - Ilustração dos principais pontos singulares de uma cobertura inclinada revestida a telha cerâmica (fonte: www.icedamremovalguys.com/learning-center/parts-of-a-roof/)

### 4.4.3. Classificação de Coberturas Inclinadas

Tal como as coberturas em terraço, as coberturas inclinadas podem ser classificadas em relação a vários critérios, expostos no Quadro 11:

Quadro 11 - Classificação das Coberturas Inclinadas

| Classificação das Coberturas Inclinadas | |
|---|---|
| Classificação | Número de vertentes |
| | Funcionamento estrutural dos elementos de revestimentos |
| | Tipo de estrutura de suporte dos materiais de revestimento |
| | Natureza dos materiais de revestimento |
| | Continuidade dos elementos de revestimento |
| | Forma dos elementos de revestimento |
| | Dimensão dos elementos de revestimento |
| | Opacidade dos elementos de revestimento |
| | Localização da camada de isolamento térmico |

#### 4.4.3.1. CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO NÚMERO DE VERTENTES

As coberturas inclinadas podem classificar-se segundo a forma como se dispões as suas vertentes ou águas:

- **Uma água**: normalmente denominados de telheiros, são coberturas constituídas apenas por uma vertente;
- **Duas águas:** coberturas formadas por duas vertentes, que dão origem a uma linha de cumeeira na sua interseção e a duas empenas;
- **Quatro águas:** coberturas formadas por quatro vertentes, que dão origem a uma cumeeira na sua interseção e a quatro rincões;
- **Pavilhão:** são coberturas de quatro águas em que as vertentes têm iguais proporções, ou seja, a correspondem a uma planta da cobertura quadrada e a interseção dos quatro rincões dá-se num único ponto.

Figura 35 - Classificação de coberturas quanto ao número de vertentes (da esquerda para a direita): uma água, duas águas, quatro águas, pavilhão. (fonte: www.leguidedelamaison.com/savoirliste/0/315-couverture.html)

Além das quatro disposições apresentadas, as coberturas podem adotar outras formas descaraterizadas, onde existem diferentes conjugações de vertentes, bem como a adoção de vertentes não retilíneas, segundo a Figura 36.

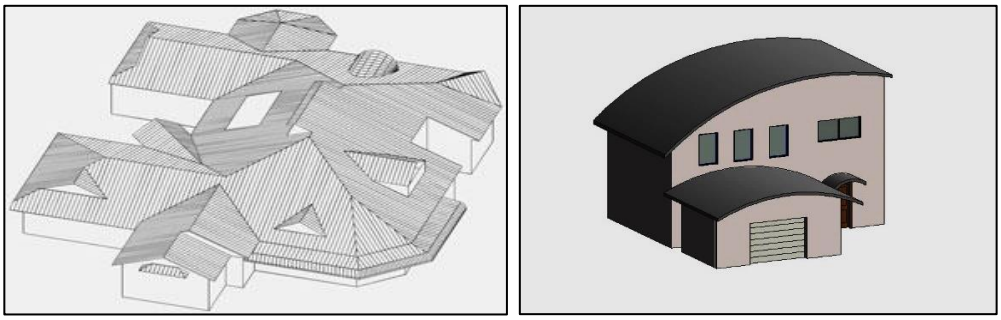


Figura 36 – Exemplo de uma cobertura com variadas vertentes (esquerda) e uma cobertura com vertentes curvas (direita) (fonte: www.applicad.com.au/support-examples.html)

#### 4.4.3.2. CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO FUNCIONAMENTO ESTRUTURAL DOS ELEMENTOS DE REVESTIMENTO

Os elementos de revestimento de uma cobertura podem ter funcionamentos estruturais distintos:

- **Diferenciadas:** coberturas cujo revestimento não tem funções de carater estrutural, ou seja, o revestimento da cobertura está apoiado em elementos mais rígidos (estrutura de suporte). Os elementos de revestimento correspondem a telhas, chapas ou outros elementos de pequenas e médias dimensões constituídos por materiais cerâmicos, cimentícios, metálicos, betuminosos, etc. Já a estrutura de suporte corresponde a elementos como asnas, arcos, vigas, em madeira, alvenaria, metálicos, betão, entre outros;
- **Indiferenciadas**: ou coberturas autoportantes, onde a estrutura de suporte também desempenha funções de revestimento. Este tipo de coberturas está presente sobretudo em unidades industriais sob a forma de cascas de betão pré-esforçado, cascas metálicas e painéis pré-fabricados em betão.

Figura 37 – Exemplo de uma cobertura diferenciada cujo suporte de revestimento é uma estrutura de madeira (esquerda) e uma cobertura indiferenciada constituída por cascas de betão pré-esforçado e cascas metálicas (direita) (fonte: www.charpentebois.com/charpente-toiture/)

#### 4.4.3.3. CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO TIPO DE ESTRUTURA DE SUPORTE DOS MATERIAIS DE REVESTIMENTO

As coberturas inclinadas podem apresentar dois tipos de estrutura de suporte:

- **Estruturas contínuas:** onde a estrutura de suporte é constituída por um elemento continuo ou por um conjunto de peças monolíticas semelhantes. Nestes casos, a estrutura se suporte é normalmente formada por uma laje estrutural em betão, betonada *in-situ* ou pré-fabricada;
- **Estruturas descontinuas:** no qual a estrutura de suporte é constituída por diversos elementos como o ripado e o contra ripado. Estes elementos podem ser compostos por materiais como a madeira, betão (pré-fabricado) e de origem metálica.

Figura 38 – Exemplo de uma estrutura de suporte continua constituída por lajes de betão (esquerda) e uma estrutura descontinua constituída por ripado e contra ripado (direita) (fontes: www.meva-international.com/fr/chantiers-de-reference/residence-seniors-munich.php e www.capivarimadeiras.com.br/produtos)

#### 4.4.3.4. CLASSIFICAÇÃO QUANTO À NATUREZA DOS MATERIAIS DE REVESTIMENTO

Os materiais de revestimento podem ser agregados segundo a sua natureza:

- **Vegetais:** são exemplos de materiais de origem vegetal o colmo, palha e ramos de árvores;
- **Pétreos naturais**: materiais como os soletos de ardósia (xisto), granito e calcário;
- **Pétreos artificiais:** telha cerâmica, telha de cimento, naturocimento, e soletos de pedra artificial. Estes constituem grande parte dos revestimentos das coberturas inclinadas em Portugal;
- **Betuminosos:** chapas betuminosas com fibras celulósicas e também placas, membranas, telas e feltros betuminosos;
- **Sintéticos:** correspondem a membranas de PVC plastificado, membranas de borracha butílica e membranas de EPDM;
- **Metálicos:** os materiais de origem metálica correspondem a chapas de zinco, chapas de alumínio, folhas de cobre, chapas de aço galvanizado, chapas de aço inoxidável, placas de chumbo e telhas metálicas. A par dos materiais de origem pétrea artificial, são dos materiais mais utilizados nas coberturas em Portugal;
- **Plásticos:** materiais como chapas de policloreto de vinilo, chapas de poliéster reforçado com fibras de vidro, chapas de polimetacrilato de metilo e chapas alveolares de policarbonato;
- **Mistos:** correspondem a elementos formados por materiais de origem diferente, como as chapas de aço revestidas com betume e folhas de alumínio, os painéis sandwich com camada de isolamento térmico, as "telhas" metálicas revestidas com grânulos minerais e as telhas asfálticas.

Figura 39 – Exemplo de uma cobertura com revestimento de origem vegetal: palha (esquerda) e uma cobertura com revestimento de pétreos naturais: ardósia (direita) (fonte: www.pjdthatch.co.za/photo-gallery/ e www.rooferinsalford.co.uk/services/slate-roofing-in-salford/)

Figura 40 – Exemplo de uma cobertura com revestimento de pétreos artificiais: telha cerâmica (esquerda) e uma cobertura com revestimento metálico: chapas de zinco (direita) (fonte: formigarras.blogspot.pt/2010/04/telhados-de-lisboa.html e www.maxroofingsystems.com/galvanized-sheets.html)

Figura 41 – Exemplo de uma cobertura com revestimento plástico: placas de policarbonato (esquerda) e uma cobertura com revestimento misto: painel sandwich (direita) (fonte: www.exceliteplas.com/how-to-cut-energy-costs-by-insulating-a-polycarbonate-roof/ e www.planirest.pt/project/reabilitacao-do-armazem-66/)

#### 4.4.3.5. CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CONTINUIDADE DOS ELEMENTOS DE REVESTIMENTO

Os elementos de revestimento podem ser classificados segundo a sua continuidade:

- **Elementos contínuos:** são exemplos de elementos contínuos as telas betuminosas, feltros betuminosos e membranas betuminosas ou sintéticas. Normalmente costumam estar armazenados em rolos antes da sua aplicação e a sua utilização é mais usual em coberturas em terraço do que em coberturas inclinadas;
- **Elementos descontínuos:** São exemplos de elementos descontínuos as telhas, chapas metálicas, chapas de plástico, placas betuminosas e soletos.

Figura 42 – Exemplo de uma cobertura com elementos de revestimento contínuos: telas asfálticas (esquerda) e uma cobertura com elementos de revestimento descontínuos: telhas de cimento (direita) (fonte: www.impercaetano.com/coberturas_terracos.html e roof.kolor.us/concrete-roofing-tile/)

#### 4.4.3.6. CLASSIFICAÇÃO QUANTO À FORMA DOS ELEMENTOS DE REVESTIMENTO

Os elementos de revestimento também podem ser classificados quanto à sua forma:

- **Planos**: são considerados revestimentos planos todos os constituídos por membranas e chapas lisas;
- **Curvos**: revestimentos cujo perfil longitudinal apresenta uma forma curva ao longo do seu comprimento;
- **Ondulados:** revestimentos cujo perfil transversal apresenta uma forma ondulada;
- **Espaciais**: revestimentos com perfis variados, por exemplo em forma de pirâmide;
- **Mistos:** revestimentos que englobam as formas referidas acima.

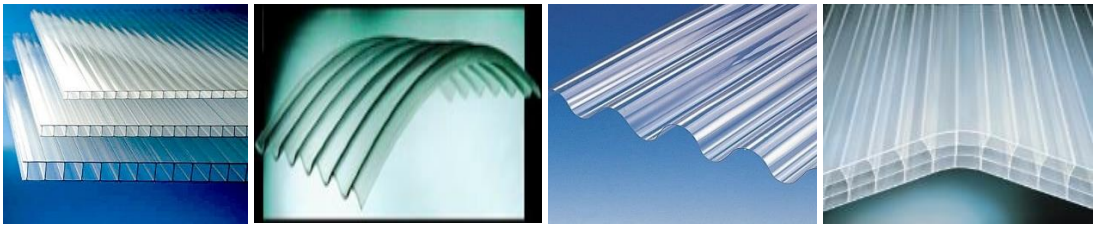


Figura 43 – Exemplo de revestimentos de policarbonato planos, curvos, ondulados e em pirâmide (da esquerda para a direita) (fonte: www.policristal.com.ar/alveolar.php)

#### 4.4.3.7. CLASSIFICAÇÃO QUANTO À DIMENSÃO DOS ELEMENTOS DE REVESTIMENTO

A dimensão dos elementos de revestimento pode ser classificada da seguinte forma:

- **Pequenas dimensões:** são considerados elementos de pequenas dimensões as telhas e soletos;
- **Médias dimensões:** são considerados elementos de médias dimensões as chapas, placas e membranas;
- **Grandes Dimensões:** são considerados elementos de grandes dimensões as cascas e painéis.

Figura 44 – Exemplo de elemento de pequena dimensão: telhas cerâmicas (esquerda), elemento de média dimensão: painel sandwich (centro) e elemento de grande dimensão: casca betão (direita) (fonte: www.viajruftm.com/blog e www.cm-viladoconde.pt/pages/565)

#### 4.4.3.8. CLASSIFICAÇÃO QUANTO À OPACIDADE DOS ELEMENTOS DE REVESTIMENTO

Por fim as coberturas apresentam uma classificação quanto à opacidade dos elementos de revestimento:

- **Opacos:** coberturas cujos elementos de revestimentos impedem a passagem da luz. A grande maioria das coberturas têm esta característica;
- **Translúcidos:** coberturas cujos elementos de revestimentos podem aproveitar grande parte da iluminação natural. As coberturas translucidas encontram-se normalmente em centros comerciais e espaços públicos;
- **Transparentes**: tal como as coberturas de elementos de revestimentos translúcidos, os elementos transparentes têm a função de aproveitar a luz solar, neste caso na sua totalidade.

Figura 45 – Exemplo de uma cobertura opaca (esquerda), uma cobertura translucida (centro) e uma cobertura transparente (direita) (fonte: bracknellroofing.com/Resources/Case-Studies/Invacare-Factory.aspx e craft-bilt.com/patio-covers/polycarbonate-roof/glazing-system/)

#### 4.4.3.9. Classificação quanto à localização da camada de isolamento térmico

A camada de isolamento térmico pode situar-se em diferentes locais da cobertura consoante a utilização do seu desvão.

- **Desvão não útil:** quando o espaço de desvão composto pela cobertura inclinada não desempenha uma função que exija um estado de conforto termo-higrométrico ou, por outras palavras, um espaço não destinado à habitação. Neste caso, a camada de isolamento térmico deve localizar-se sobre a esteira horizontal da cobertura de uma forma continua contornando eventuais elementos estruturais emergentes. No caso de ser necessário a circulação no desvão para realização de trabalhos, o isolamento térmico deve ser constituído por elementos capazes de resistir às solicitações e/ou dotado de uma camada de proteção sobre a mesma. A esteira horizontal pode ser formada por uma laje maciça ou aligeirada, ou esteiras leves (acessíveis ou não). Já nas vertentes inclinadas são normalmente usadas estruturas descontinuas para suporte do revestimento como barrotes de madeira ou vigotas de betão juntamente com um revestimento descontinuo em telha, de forma a obter uma boa ventilação da cobertura; (Figuras 46 e 47)
- **Desvão útil:** quando o espaço de desvão composto pela cobertura inclinada desempenha uma função que exija um estado de conforto termo-higrométrico ou, por outras palavras, um espaço destinado à habitação. Neste caso, a camada de isolamento térmico deve localizar-se nas vertentes inclinadas da cobertura, mais em concreto, sobre a estrutura resistente, seja ela continua ou descontinua, de forma à estrutura estar sujeita a menores variações de temperatura. Nas **estruturas continuas**, constituídas normalmente por lajes maciças, aligeiradas ou pré-fabricadas, deve existir uma camada de regularização para colocação do isolamento térmico, e também, se necessário uma camada de impermeabilização sob o mesmo. Deve-se ter em atenção a continuidade do isolamento térmico ao longo da estrutura, incluindo zonas como larós e cumeeiras. Nas **estruturas descontinuas**, constituídas normalmente por elementos em madeira, estruturas pré-fabricadas de betão ou estruturas metálicas, o isolamento térmico deve de ser acompanhado por um forro sob a mesma, de forma a impedir possíveis deformações devido a estar assente sobre uma estrutura descontinua. Caso não se verifique a existência de um forro, o isolamento térmico deve de ser constituído por placas de forma a impedir deformações. Tanto nas estruturas continuas como descontinuas a fixação do material isolante pode ser realizado mecanicamente ou por colagem. O revestimento descontinuo em telha permite uma boa ventilação da cobertura e deve de ser apoiado por um contra ripado e um ripado. (Figura 48)

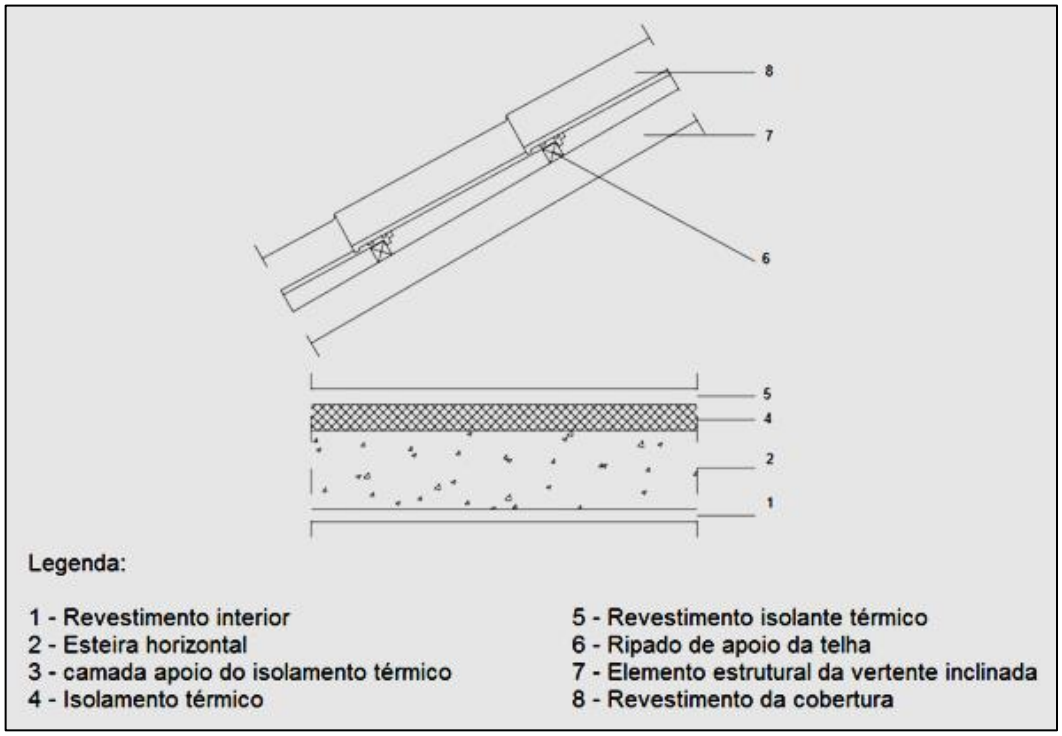



Figura 46 – Exemplo de uma cobertura com desvão não útil com isolamento térmico sobre uma laje maciça (adaptado de Brito e Paulo, 2001)

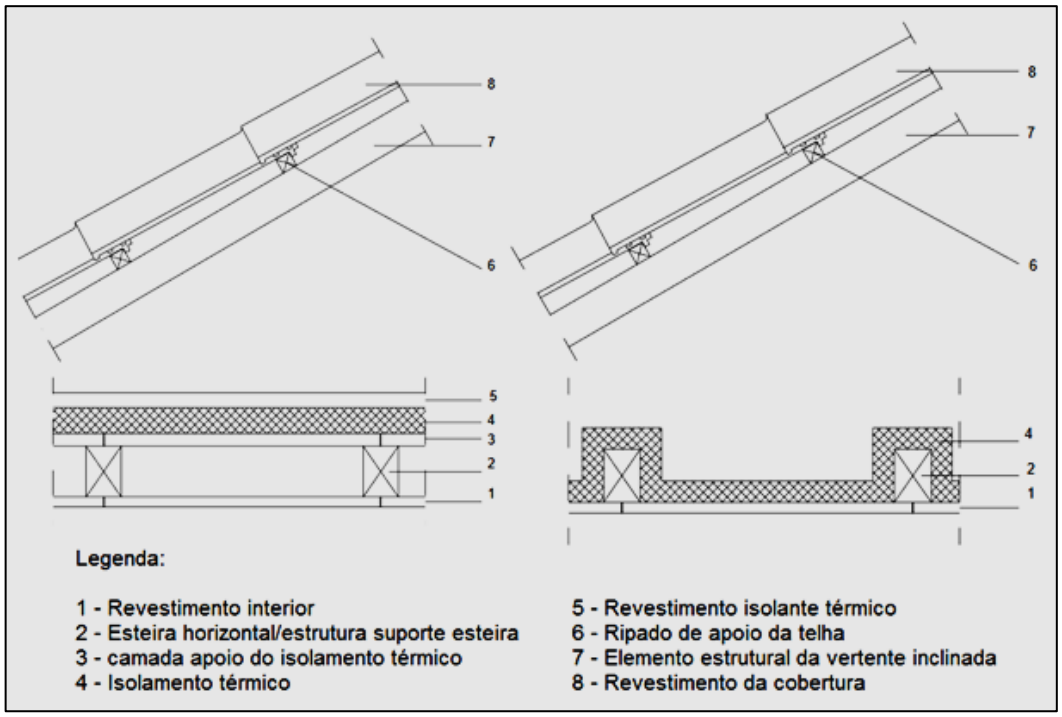



Figura 47 – Exemplo de duas coberturas com desvão não útil, uma com isolamento térmico sobre uma esteira leve acessível (esquerda) e uma com isolamento térmico sobre uma esteira leve não acessível (direita) (adaptado de Brito e Paulo, 2001)

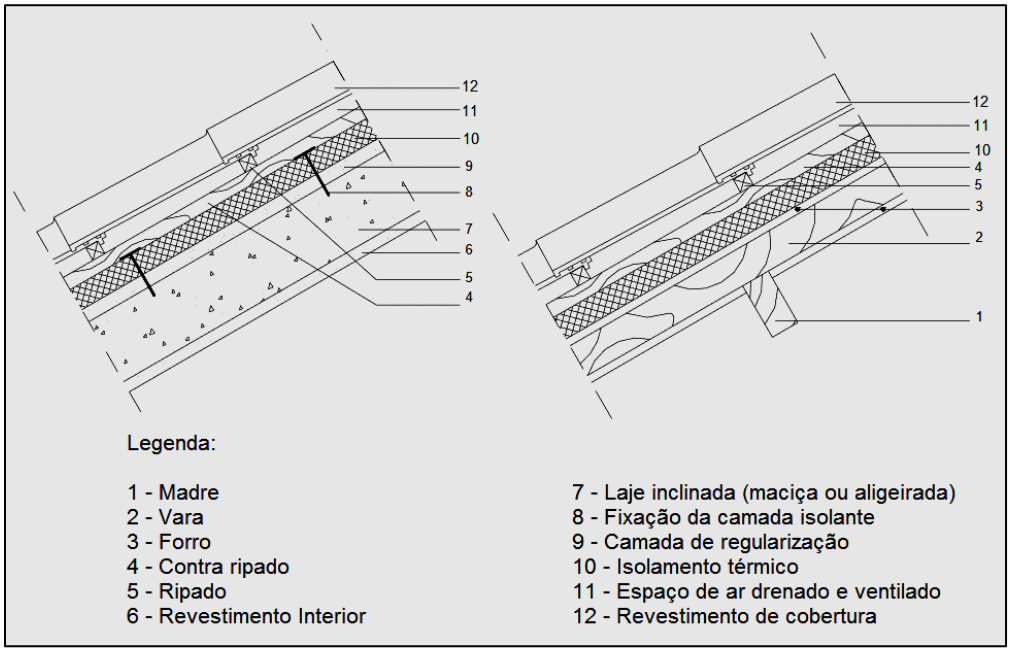



Figura 48 – Exemplo de duas coberturas com desvão útil, uma com isolamento térmico sobre uma laje maciça (esquerda) e outra com isolamento térmico sobre uma estrutura de madeira (direita) (adaptado de Brito e Paulo, 2001)

## 4.4. Síntese das Exigências Funcionais das Coberturas

De forma a garantir que as coberturas tenham um bom desempenho durante a sua vida útil, foram elaboradas um conjunto de exigências funcionais a ter em conta desde a fase de conceção. De acordo com Lopes (1994a), Rocha (2008), Brito e Rato (2003) é possível descrever as principais exigências funcionais (Segurança, Conforto, Durabilidade e Economia), bem como as normas e regulamentos em vigor caso existam. Nos Quadros 12, 13, 14 e 15 apresenta-se uma síntese dos requisitos, normas e regulamentos para cada exigência funcional.

Quadro 12 – Exigências de Segurança

| Exigências de Segurança | Descrição | Normas e Regulamentos |
|---|---|---|
| **Segurança Estrutural** | Dimensionamento para combinações de ações envolvendo o peso próprio e ações de cargas variáveis (punçoamento, choques acidentais, agentes atmosféricos, etc) | RSA<br>Eurocódigo 1<br>NP EN 538 |
| **Segurança contra Incêndios** | Projetar com o intuito de evitar propagação de incêndios e garantir tempos para o combate aos mesmos e evacuação de ocupantes | RJSCIE |
| **Segurança contra Intrusões** | Projetar de modo a evitar o acesso às coberturas e, através delas, ao interior do espaço coberto por pessoas e animais indesejados, assim como garantir o uso de materiais suficientemente resistentes a atos de vandalismo e intrusão | |

Quadro 13 – Exigências de Conforto

| Exigências de Conforto | Descrição | Normas e Regulamentos |
|---|---|---|
| **Estanqueidade** | Tem como premissa evitar a transposição de água do ambiente exterior para o interior. Deve ser analisado segundo duas vertentes: a de funcionamento global da cobertura e a de funcionamento individual dos elementos constituintes da cobertura | NP EN 539-1 |
| **Conforto Higrotérmico** | Consoante as exigências do espaço coberto, deve-se atender às questões de isolamento térmico, proteção solar e controlo de condensações para os períodos mais desfavoráveis do ano | REH<br>DL 251/2015 |
| **Conforto Acústico** | Consoante as exigências do espaço coberto, deve-se atender às questões de isolamento sonoro contra ruídos aéreos e de percussão | RGR<br>NP 1889 |
| **Conforto Visual** | Dimensionamento de modo a tirar partido da iluminação natural e a reduzir a refletividade da camada de proteção | |
| **Aspeto** | De cariz puramente estético, deve-se garantir que os elementos constituintes conservem a uniformidade de cor e textura assim como a conservação dessas características ao longo do tempo. | |
| **Geométricas e de estabilidade dimensional** | Estabelecem-se limites de variação de coeficientes de planaridade, retilinearidade e homogeneidade assim como as variações de comprimento e largura admitidas para cada elemento constituinte da cobertura com o intuito de melhorar a trabalhabilidade e o comportamento | NP 1024 |

Quadro 14 – Exigências de Durabilidade

| Exigências de Durabilidade | Descrição | Normas e Regulamentos |
|---|---|---|
| **Conservação das características dos materiais** | Escolha de materiais com mínimo de tempo de vida útil e que se adequam ao ambiente de forma a resistir a comportamentos de gelo-degelo, ataques químicos e suscetibilidade à radiação solar e aos raios ultravioletas | EN 539-2 |
| **Limpeza, manutenção e reparação** | Projetar com o sentido de facilitar as operações de Limpeza, manutenção e reparação em especial nos pontos singulares, nos dispositivos de drenagem e nos caminhos de circulação | |

Quadro 15 – Exigências de Economia

| Exigências de Economia | Descrição | Normas e Regulamentos |
|---|---|---|
| **Processo Construtivo** | Procurar soluções de coberturas satisfatórias para o dono de obra, que sejam pouco onerosas e de fácil implementação para as partes envolvidas no processo construtivo | |
| **Ambiental** | Seleção de soluções de cobertura minimizadoras da produção de gases de efeito estufa associados à produção, construção e funcionamento do edifício e que conduzam ao aproveitamento das potencialidades solares e eólicas, minimizem os custos de demolição e maximizem a reutilização e reciclagem | RCCTE |
| **Limitação do Custo Global** | Procurar os mínimos custos de construção, conservação, manutenção e reparação cumprindo as exigências atrás referidas | |

# 5

# ENQUADRAMENTO NORMATIVO E REGULAMENTAR E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO EFM - COBERTURAS

## 5.1. CONDIÇÕES PRELIMINARES

Neste Capítulo são abordados os critérios de avaliação que permitirão adequar as estratégias e politicas de manutenção face às necessidades exigênciais do Elemento Fonte de Manutenção – Coberturas. O Capítulo divide-se em três partes de forma a que o leitor compreenda o enquadramento do capítulo.

Numa primeira parte, aborda-se a importância relativa das exigências funcionais, bem como as normas e enquadramento regulamentar usados na especificação dos critérios de avaliação e quais as principais dificuldades na obtenção das mesmas.

Na segunda parte, é abordada a primeira parte dos critérios de avaliação, em especifico, as condições de desempenho associadas ao critério de severidade.

Na terceira e última parte é abordada a segunda parte dos critérios de avaliação, nomeadamente, as condições de manutenção associadas ao critério de prioridade na utilização.

## 5.2. IMPORTÂNCIA RELATIVA DAS EXIGÊNCIAS (DE DESEMPENHO) FUNCIONAIS

Ao longo do tempo, os edifícios foram submetidos a diferentes formas de conceção, e consequentemente, a novas solicitações. Estas solicitações obrigaram a que todo o edifício possuísse determinadas características que obrigassem a satisfazer as necessidades dos seus utentes – as Exigências. (Fernandes Rocha 2014)

Diversos foram os autores que definiram o conceito de exigência funcional, mas entendesse salientar a definição de Gomes (1971), que segundo o autor, *"A habitação tem de se adaptar a esta complexidade da vida, compensando – com apoio no equipamento comunitário circunvizinho – as insatisfações e o desencanto do dia-a-dia; e parece cada vez mais evidente que esta adaptação ter que ser dinâmica ajustando-se sucessivamente às novas exigências dos habitantes".* A norma ISO 15686-10 (2010) apresente uma definição mais atual, descrevendo uma exigência de desempenho funcional como *"o tipo e nível de funcionalidade que é requerido pelas partes interessadas de uma "facility", do edifício ou outros bens construídos, ou mesmo duma montagem, componente ou produto, ou bem construído móvel para uma função especifica."*

Sendo que a mesma norma define "desempenho funcional" como: "*desempenho de uma facility sob condições de uso especifico para suportar a função requerida".* Desta forma entende-se referir estas exigências como exigências de desempenho funcional.

De qualquer modo os autores referenciados consideram o termo – exigência funcional.

As exigências funcionais, são descritas, geralmente pelas seguintes:

- **Exigências de Segurança**: pretendem garantir a vida dos utentes;
- **Exigências de Habitabilidade** (Conforto): visam assegurar as condições primárias da vida fisiológica da habitação (saúde);
- **Exigências de Durabilidade**: visam assegurar a vida útil dos elementos constituintes da habitação;
- **Exigências de Economia:** pretendem garantir uma viabilidade económica da habitação.

No que respeita à hierarquia das exigências funcionais, existem diferentes níveis de importância que estão relacionados com sua a perda de desempenho. Moser (1999), relaciona o nível exigencial mínimo com a vida útil prevista das principais exigências funcionais através de curvas de decaimento de desempenho. (Figura 49)

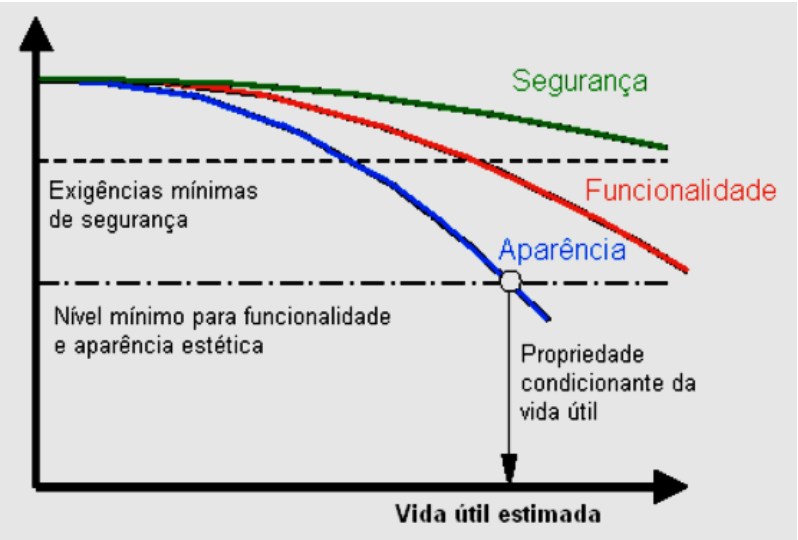



Figura 49 – Curvas de decaimento de desempenho das exigências relacionadas com a segurança, funcionalidade e aparência (adaptado de Raposo, 2009)

Através da Figura 49, podemos constatar que as exigências relacionadas com a segurança apresentam uma curva de decaimento de desempenho pouco acentuada, ou seja, as suas exigências mínimas permanecem praticamente iguais às exigências iniciais, constituindo assim grande importância. Seguem-se as exigências relacionadas com a funcionalidade, que apresentam exigências mínimas inferiores às de segurança e por fim as exigências relacionadas com a aparência estética que apresentam a curva de decaimento de desempenho mais acentuada, sendo a menos importante.

É importante que exista uma hierarquia em relação à importância das exigências funcionais porque, na determinação da eficácia da manutenção, os critérios de desempenho e de manutenção dependem dessa mesma hierarquia. (i.e. no caso de uma cobertura com sinais de desgaste de caracter estético

caraterizados por um revestimento com sujidade superficial, um utilizador pouco exigente prefere não realizar ações de manutenção enquanto um utilizador mais exigente prefere realizar ações de manutenção).

## 5.3. ENQUADRAMENTO DAS NORMAS E REGULAMENTAÇÃO EM VIGOR

No que se refere ao EFM – Coberturas, não existe regulamentação que especifique as exigências de desempenho, ao contrário das exigências funcionais. Por isso, de forma a criar um conjunto de exigências que avaliem o desempenho das coberturas, fundamenta-se a seleção de exigências nos autores referenciados adaptando-se posteriormente, de forma adequada aos critérios de avaliação.

A legislação nacional utilizada na elaboração dos critérios de avaliação:

- Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJSCIE);
- Regulamento Geral do Ruído (RGR):
- Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE);
- Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA);
- Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

Também foram consultados documentos e regulamentação sem caracter obrigatório, mas de importância acrescida para o desenvolvimento dos critérios de avaliação:

- Normas AFNOR (Associação Francesa de Normalização)
- Sistema de Certificação ISOLE – ACERMI
- Nota de Informação Técnica (NIT.001) – Laboratório de Física das Construções (LFC);
- Manual Aplicação Telhas Cerâmicas – Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro (CTCV).

## 5.4. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

A determinação da seleção exigencial da cobertura, é possível através da definição das suas características de desempenho. A dissertação tem como principal objetivo desenvolver conteúdos de manutenção numa perspetiva de abordagem exigencial do EFM – Coberturas, partindo de um pressuposto de avaliação baseado numa matriz de correlação. Como já referido, os critérios de avaliação são constituídos por condições de desempenho e condições de manutenção, caracterizadas pelos critérios de severidade e de prioridade na utilização, respetivamente. Pretende-se avaliar o impacto das variáveis associadas a cada critério.

### 5.4.1. CONDIÇÕES DE DESEMPENHO – CRITÉRIO DE SEVERIDADE

As condições de desempenho das coberturas estão associadas a um critério de severidade. Foi criado um conjunto de critérios maioritariamente atingíveis de avaliar a exposição das coberturas face aos agentes de degradação.

A classificação das características para coberturas pressupõe cumprir um conjunto de requisitos. Os requisitos são alvo de uma avaliação fundamentada e suportada por critérios de seleção e o respetivo

enquadramento regulamentar. Para os critérios são definidas características de desempenho em função dos agentes de degradação a que o EFM está sujeito.

Nos Quadros 16, 17 e 18, estão representados os critérios de seleção, acompanhados pela avaliação do critério de severidade em função do tipo de ambiente e agentes de degradação a que o EFM poderá estar sujeito e do respetivo enquadramento regulamentar. Para o critério de severidade são estabelecidos 3 níveis de severidade em função de um ambiente pouco agressivo, moderadamente agressivo e muito agressivo. A caracterização do tipo de ambiente foi estabelecida da seguinte forma:

- **Ambiente pouco agressivo**: corresponde a um ambiente em que há uma ação pouco significativa dos agentes de degradação que possa condicionar o desempenho da EFM e respetivos componentes;
- **Ambiente moderadamente agressivo:** corresponde a um ambiente em que há uma ação moderadamente significativa e pouco nociva dos agentes de degradação que possa condicionar o desempenho do EFM e respetivos componentes;
- **Ambiente muito agressivo**: corresponde a um ambiente em que há uma ação muito significativa e potencialmente nociva dos agentes de degradação que condiciona muito o desempenho do EFM e respetivos componentes.

Quadro 16 – Critérios de avaliação associados às exigências de segurança

| Nº | Característica | Ambiente Pouco Agressivo | Ambiente Moderadamente Agressivo | Ambiente Muito Agressivo | Normas de classificação/ Regulamentação |
|---|---|---|---|---|---|
| **1.** | **Exigências de segurança** | | | | |
| **1.1** | **Segurança contra incêndios** | | | | |
| | Classes de reação ao fogo para produtos de construção de pavimentos, incluindo os seus revestimentos | A1, A2 | B, C, D | E, F | RJSCIE<br>DL 224/2015 |
| | Classificação para elementos com funções de suporte de carga e com função de compartimentação resistente ao fogo | RE<br>(120,180,240,460)<br>REI<br>(120,180,240,360) | RE<br>(60,90)<br>REI<br>(45,60,90) | R<br>(30)<br>RE<br>(15,20,30)<br>REI<br>(15,20,30) | RJSCIE<br>DL 224/2015<br>EN 13501 -2<br>EN 1365 -2 |
| | Classificação para elementos ou partes de obras sem funções de suporte de carga e produtos a eles destinados | $K_2$<br>(60) | $K_2$<br>(30) | $K_1$<br>(10)<br>$K_2$<br>(10) | RJSCIE<br>DL 224/2015<br>EN 13501-2<br>EN 14135 |
| | Categorias de risco da utilização tipo | 1ª | 2ª | 3ª,4ª | RJSCIE<br>DL 224/2015 |

Quadro 16 – Critérios de avaliação associados às exigências de segurança (continuação)

| **Nº** | **Característica** | **Ambiente Pouco Agressivo** | **Ambiente Moderadamente Agressivo** | **Ambiente Muito Agressivo** | **Normas de classificação/ Regulamentação** |
|---|---|---|---|---|---|
| **1.** | Exigências de segurança | | | | |
| **1.2.** | **Resistência a ações inerentes ao uso normal** | | | | |
| | Ação agentes atmosféricos – Ação do Vento e precipitação combinada com a exposição do edifício (é realizada uma matriz adicional para determinação do nível de severidade) | Em função do Quadro 33 | | | RSA<br>DL 235/83<br>CTCV |
| | Resistência às cargas de neve – zonamento do território | Não se considera a ação da neve. (arquipélagos da Madeira e Açores e nos restantes distritos não incluídos em ambiente muito agressivo) | Em algumas zonas elevadas do arquipélago da Madeira* | Locais com altitude ≥ 200m situados nos distritos de Viana do Castelo, Braga, Vila Real, Bragança, Porto, Aveiro, Viseu, Guarda, Coimbra, Leiria, Castelo Branco e Portalegre | RSA<br>DL 235/83 |
| | Resistência às ações sísmicas – combinação do zonamento sísmico do território com natureza do terreno (é realizada uma matriz adicional para determinação do nível de severidade) | Em função do Quadro 34 | | | RSA<br>DL 235/83 |
| | Resistência a sobrecargas relativas ao uso normal em coberturas | Coberturas Inclinadas | Coberturas em Terraço não Acessíveis | Coberturas em Terraço Acessíveis | RSA<br>DL 235/83 |

**(*)** contudo em algumas zonas elevadas da ilha da Madeira, embora não haja que considerar a ação da neve, pode justificar-se a consideração de uma sobrecarga devida à acumulação de granizo.

Quadro 17 – Critérios de avaliação associados às exigências de Conforto

| **Nº** | **Característica** | **Ambiente Pouco Agressivo** | **Ambiente Moderadamente Agressivo** | **Ambiente Muito Agressivo** | **Normas de classificação/ Regulamentação** |
|---|---|---|---|---|---|
| **2.** | Exigências de Conforto | | | | |
| **2.1.** | Estanqueidade | | | | |
| | À agua – inclinação de uma cobertura inclinada | Variação inferior a 2% em relação ao valor da inclinação Mínima admissível | Variação entre 2 a 5% em relação ao valor da inclinação Mínima admissível | Variação superior a 5% em relação ao valor da inclinação Mínima admissível | CTCV |
| | Á agua – inclinação de uma cobertura em terraço | Cobertura com pendente superior a 2% | Cobertura com pendente entre 1 e 2% | Cobertura com pendente nula | ITE 34 |
| | Permeabilidade ao ar | Cobertura com estrutura de suporte e revestimento contínuo | Cobertura com estrutura de suporte contínuo e revestimento descontínuo | Cobertura com estrutura de suporte e revestimento descontínuo | - |
| **2.2.** | **Conforto Higrotérmico** | | | | |
| | Isolamento térmico – Classificação ISOLE | Isolamento térmico com classificação ISOLE superior à recomendada para a cobertura em estudo | Isolamento térmico com classificação ISOLE recomendada para a cobertura em estudo | Isolamento térmico com classificação ISOLE inferior à recomendada para a cobertura em estudo | ACERMI NIT.001-LFC |
| | Ação da temperatura – zonamento climático de Inverno e Verão | Edifícios localizados nas zonas I1 e V1 | Edifícios localizados nas restantes zonas | Edifícios localizados nas zonas I3 e V3 | REH DL 251/2015 |
| **2.3.** | **Conforto Acústico** | | | | |
| | Zonas de ruído | Edifício localizado em zona sensível | Edifício localizado em zonas sensíveis na proximidade de um GIT não aéreo em projeto | Edifício localizado em zonas mistas, zonas sensíveis na proximidade de um GIT existente ou aéreo em projeto | RGR DL 278/2007 RRAE |

Quadro 18 – Critérios de avaliação associados às exigências de durabilidade

| Nº | Característica | Ambiente Pouco Agressivo | Ambiente Moderadamente Agressivo | Ambiente Muito Agressivo | Normas de classificação/ Regulamentação |
|---|---|---|---|---|---|
| **3.** | Exigências de Durabilidade | | | | |
| **3.1.** | Conservação das características dos materiais | | | | |
| | Exposição a ambientes marítimos e ação da poluição | E1*, E2*, E1+E4, E2+E4 | E3*, E3+E4, E1+E5, E2+E5 | E3+E5, E1+E6, E7, E8, E9 | AFNOR NF P24/351 |
| | Comportamento ao gelo-degelo – zonamento climático como número médio anual de dias com geada | Zona I (menos do que 25 dias) | Zona II (entre 25 a 50 dias) | Zona III (mais do que 50 dias) | Instituto Meteorologia |

**(*)** Construções situadas a mais de 20 km do litoral.

#### 5.4.1.1. Classes de Reação ao Fogo para Produtos de Construção de Pavimentos, incluindo seus Revestimentos

Em relação à reação ao fogo, os produtos de construção dos pavimentos e dos seus revestimentos podem ser classificados de acordo com a classificação existente no RJSCIE. (Quadro 19)

Quadro 19 - Classes de reação ao fogo para produtos de construção de pavimentos, incluindo seus revestimentos (Decreto Lei nº 224/2015, Anexo I, Quadro II)

| Classe | Contributo | Fatores de classificação | Classificação Complementar |
|---|---|---|---|
| **$A1_{fl}$** | Nenhuma contribuição para o fogo | $\Delta T$, $\Delta m$, $t_f$ e PCS | |
| **$A2_{fl}$** | Contribuição quase nula para o fogo | $\Delta T$, $\Delta m$, $t_f$, PCS e fluxo crítico. | Produção de fumo «s1 ou s2» |
| **$B_{fl}$** | Contribuição para o fogo muito limitada | Fluxo crítico e Fs | Produção de fumo «s1 ou s2» |
| **$C_{fl}$** | Contribuição para o fogo limitada | Fluxo crítico e Fs | Produção de fumo «s1 ou s2» |
| **$D_{fl}$** | Contribuição para o fogo aceitável | Fluxo crítico e Fs | Produção de fumo «s1 ou s2» |
| **$E_{fl}$** | Reação ao fogo aceitável | Fs | |
| **$F_{fl}$** | Desempenho não determinado | | |

Sendo que:

ΔT – aumento de temperatura [ºC];

Δm – perda de massa [%];

Tf – tempo de presença de chama «duração das chamas persistentes» [s];

PCS – poder calorífico superior [MJ Kg-1, MJ kg-2 ou MJ m-2, consoante os casos];

Fs – propagação das chamas [mm];

Fluxo critico – fluxo radiante correspondente à extensão máxima da chama.

A classificação complementar sobre a reação ao fogo dos materiais de construção é sob o ponto de vista de produção de fumos s1 e s2. (Quadro 20)

Quadro 20 – Classificação complementar

| Denominação | Classificação Complementar | |
|---|---|---|
| **Produção de fumos** | s1 | Taxa de propagação de fumos ≤ 30m2/s2 e produção total de fumo ≤ 50m2 |
| | s2 | Taxa de propagação de fumos ≤ 180m2/s2 e produção total de fumo ≤ 200m2 |

Os critérios de seleção da cobertura devem de estar de acordo com as classes, sendo a cobertura constituída por vários produtos de construção, certamente vão existir diferentes classes na cobertura em estudo.

#### 5.4.1.2. Classificação para elementos com funções de suporte de carga e com função de compartimentação resistente ao fogo

Os elementos com funções de suporte de carga e com função de compartimentação resistente ao fogo podem ser classificados de acordo com o Quadro 21. São exemplos de elementos com funções de suporte de carga e funções de compartimentação resistente ao fogo a estrutura principal nas coberturas inclinadas e a laje horizontal nas coberturas em terraço.

Quadro 21 - Classificação para elementos com funções de suporte de carga e com função de compartimentação resistente ao fogo (Decreto Lei 224/2015, Anexo II, Quadro II)

| Classificação | Duração «em minutos» | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **R** | - | - | 30 | - | - | - | - | - | - | - |
| **RE** | - | 20 | 30 | - | 60 | 90 | 120 | 180 | 240 | 360 |
| **REI** | 15 | 20 | 30 | 45 | 60 | 90 | 120 | 180 | 240 | 360 |
| **Notas** | - | | | | | | | | | |

Sendo que:

R – Capacidade de suporte de carga

E – Estanqueidade a chamas e gases quentes

I – Isolamento térmico

#### 5.4.1.3. Classificação para elementos ou partes de obras sem funções de suporte de carga e produtos a eles destinados

Os elementos ou partes de obras sem funções de suporte de carga e produtos a eles destinados podem ser classificados de acordo com o Quadro 22. São exemplos de elementos de obras sem funções de suporte de carga e produtos a eles destinados os revestimentos das coberturas.

Quadro 22 – Classificação para elementos ou partes de obras sem funções de suporte de carga e produtos a eles destinados (Decreto Lei 224/2015, Anexo II, Quadro IV)

| **Classificação** | **Duração «em minutos»** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **$K_1$** | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **$K_2$** | 10 | - | 30 | - | 60 | - | - | - | - | - |
| **Notas** | Os sufixos «1» e «2» indicam os substratos, os critérios de comportamento do fogo e as regras de expansão utilizados nesta classificação | | | | | | | | | |

Sendo que,

K – Capacidade de proteção contra o fogo

#### 5.4.1.4. Categorias de Risco da utilização tipo

As categorias de risco podem ser classificadas de acordo com a utilização tipo do edifício, conforme os Quadros 23 a 32 presentes no RJSCIE.

Quadro 23 – Categorias de risco da utilização-tipo I «Habitacionais»

| **Categoria** | **Valores máximos referentes à utilização-tipo I** | |
|---|---|---|
| | Altura da UT I | Número de pisos ocupados pela UT I abaixo do plano de referencia (*) |
| **1ª** | ≤ 9m | ≤ 1 |
| **2ª** | ≤ 28m | ≤ 3 |
| **3ª** | ≤ 50m | ≤ 5 |
| **4ª** | >50m | >5 |

**(*)** Não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

Quadro 24 – Categorias de risco da utilização-tipo II «Estacionamentos»

| **Categoria** | **Valores máximos referentes à utilização-tipo II, quando integrada em edifício** | | | **Ao ar livre** |
|---|---|---|---|---|
| | Altura da UT II | Área bruta ocupada pela UT II | Número de pisos ocupados pela UT II abaixo do plano de referência (*) | |
| **1ª** | - | | | Sim |
| | ≤ 9m | ≤ 3200m$^2$ | ≤ 1 | Não |
| **2ª** | ≤ 28m | ≤ 9600m$^2$ | ≤ 3 | Não |
| **3ª** | ≤ 28m | ≤ 32000m$^2$ | ≤ 5 | Não |
| **4ª** | > 28m | > 32000m$^2$ | > 5 | Não |

**(*)** Não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

Quadro 25 – Categorias de risco da utilização-tipo III «Administrativos»

| **Categoria** | **Valores máximos referentes às utilizações-tipo III** | |
|---|---|---|
| | Altura da UT III | Efetivo da UT III |
| **1ª** | ≤ 9m | ≤ 100 |
| **2ª** | ≤ 28m | ≤ 1000 |
| **3ª** | ≤ 50m | ≤ 5000 |
| **4ª** | > 50m | > 5000 |

Quadro 26 – Categorias de risco da utilização-tipo IV «Escolares» e V «Hospitalares e lares de idosos»

| **Categoria** | **Valores máximos referentes às utilizações-tipo IV e V** | | | **Locais de risco D com saídas independentes diretas ao exterior ao plano de referencia** |
|---|---|---|---|---|
| | Altura da UT IV ou V | Efetivo da UT IV ou V | | |
| | | Efetivo | Efetivo em locais de risco D ou E | |
| **1ª** | ≤ 9m | ≤ 100 | ≤ 25 | Aplicável a todos |
| **2ª** | ≤ 9m | ≤ 500 (*) | ≤ 100 | Não aplicável |
| **3ª** | ≤ 28m | ≤ 1500 (*) | ≤ 400 | Não aplicável |
| **4ª** | > 28m | > 1500 | > 400 | Não aplicável |

**(*)** Nas utilizações-tipo IV, onde não existam locais de risco D ou E, os limites máximos do efetivo das 2ª e 3ª categorias de risco podem aumentar em 50%.

Quadro 27 – Categorias de risco das utilizações-tipo VI «Espetáculos e reuniões públicas» e IX «Desportivos e de lazer»

| **Categoria** | **Valores máximos referentes às utilizações-tipo VI e IX, quando integradas em edifício** | | | **Ao ar livre** |
|---|---|---|---|---|
| | Altura da UT VI ou IX | Número de pisos ocupados pela UT VI ou IX abaixo do plano de referencia (*) | Efetivo da UT VI ou IX | Efetivo da UT VI ou IX |
| **1ª** | - | | | ≤ 1000 |
| | ≤ 9m | 0 | ≤ 100 | - |
| **2ª** | - | | | ≤ 15000 |
| | ≤ 28m | ≤ 1 | ≤ 1000 | - |
| **3ª** | - | | | ≤ 40000 |
| | ≤ 28m | ≤ 2 | ≤ 5000 | - |
| **4ª** | - | | | > 4000 |
| | > 28m | > 2 | > 5000 | - |

**(*)** Não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

Quadro 28 – Categorias de risco da utilização tipo VII «Hoteleiros e restauração»

| **Categoria** | **Valores máximos referentes à utilização-tipo VII** | | |
|---|---|---|---|
| | Altura da UT VII | Efetivo da UT VII | |
| | | Efetivo | Efetivo em locais de risco E |
| **1ª** | ≤ 9m | ≤ 100 | ≤ 50 |
| **2ª** | ≤ 28m | ≤ 500 | ≤ 200 |
| **3ª** | ≤ 28m | ≤ 1500 | ≤ 800 |
| **4ª** | > 28m | > 1500 | > 800 |

Quadro 29 – Categorias de risco da utilização-tipo VIII «Comerciais e gares de transportes»

| Categoria | Valores máximos referentes à utilização-tipo VIII | | |
|---|---|---|---|
| | Altura da UT VIII | Número de pisos ocupados pela UT VIII abaixo do plano de referencia (*) | Efetivo da UT VIII |
| **1ª** | ≤ 9m | 0 | ≤ 100 |
| **2ª** | ≤ 28m | ≤ 1 | ≤ 1000 |
| **3ª** | ≤ 28m | ≤ 2 | ≤ 5000 |
| **4ª** | > 28m | >2 | > 5000 |

**(*)** Não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

Quadro 30 – Categorias de risco da utilização-tipo X «Museus e galerias de arte»

| Categoria | Valores máximos referentes à utilização-tipo X | |
|---|---|---|
| | Altura da UT X | Efetivo da UT X |
| **1ª** | ≤ 9m | ≤ 100 |
| **2ª** | ≤ 28m | ≤ 500 |
| **3ª** | ≤ 28m | ≤ 1500 |
| **4ª** | > 28m | > 1500 |

Quadro 31 – Categorias de risco da utilização-tipo XI «Bibliotecas e arquivos»

| Categoria | Valores máximos referentes à utilização-tipo XI | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Altura da UT XI | Número de pisos ocupados pela UT XI abaixo do plano de referência (*) | Efetivo da UT XI | Densidade da carga de incêndio modificada da UT XI (**) |
| **1ª** | ≤ 9m | 0 | ≤ 100 | ≤ 1000 MJ/m$^2$ |
| **2ª** | ≤ 28m | ≤ 1 | ≤ 500 | ≤ 10000 MJ/m$^2$ |
| **3ª** | ≤ 28m | ≤ 2 | ≤ 1500 | ≤ 30000 MJ/m$^2$ |
| **4ª** | > 28m | > 2 | > 1500 | > 30000 MJ/m$^2$ |

**(*)** Não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

**(**)** Nas utilizações-tipo XI, destinadas exclusivamente a arquivo, os limites máximos de densidade de carga de incêndio modificada devem ser 10 vezes superiores aos indicados neste quadro.

Quadro 32 – Categorias de risco da utilização-tipo XII «Industriais, oficinas e armazéns»

| **Categoria** | **Valores máximos referentes à utilização-tipo XII** | | |
|---|---|---|---|
| | Integrada em edifício | | Ao ar livre |
| | Densidade de carga de incêndio modificada da UT XII (**) | Número de pisos ocupados pela UT XII abaixo do plano de referência (*) | Densidade da carga de incêndio modificada da UT XII (**) |
| **1ª** | ≤ 500 MJ/m$^2$ | 0 | ≤ 1000 MJ/m$^2$ |
| **2ª** | ≤ 5000 MJ/m$^2$ | ≤ 1 | ≤ 10000 MJ/m$^2$ |
| **3ª** | ≤ 15000 MJ/m$^2$ | ≤ 1 | ≤ 30000 MJ/m$^2$ |
| **4ª** | > 15000 MJ/m$^2$ | > 1 | > 30000 MJ/m$^2$ |

**(*)** Não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.

**(**)** Nas utilizações-tipo XII, destinadas exclusivamente a arquivo, os limites máximos de densidade de carga de incêndio modificada devem ser 10 vezes superiores aos indicados neste quadro.

#### 5.4.1.5. Ação de Agentes Atmosféricos – Vento e Precipitação

As coberturas estão expostas a agentes atmosféricos, nomeadamente o vento e a precipitação. De forma a atribuir uma menor ou maior severidade climática a uma determinada zona, foram consideradas a quantidade média de precipitação anual, altitude do local e distância à costa e também a exposição do edifício onde se insere a cobertura em estudo.

A severidade da ação combinada vento – precipitação é ilustrada pela Figura 50, é caracterizada por três zonas, de acordo com o Manual de Aplicação de Telhas Cerâmicas (1998):

- **Zona I:** corresponde ao interior sul do Continente, estendendo-se pelo Alentejo e parte do Algarve;
- **Zona II:** corresponde a zonas de Norte a Sul do Continente com altitude inferior a 600m, exceto a Zona I e faixa costeira de 20 km;
- **Zona III:** corresponde ao Interior Norte do Continente com altitudes superiores a 600m e a uma faixa costeira de 20 km exceto a faixa sul do Algarve.

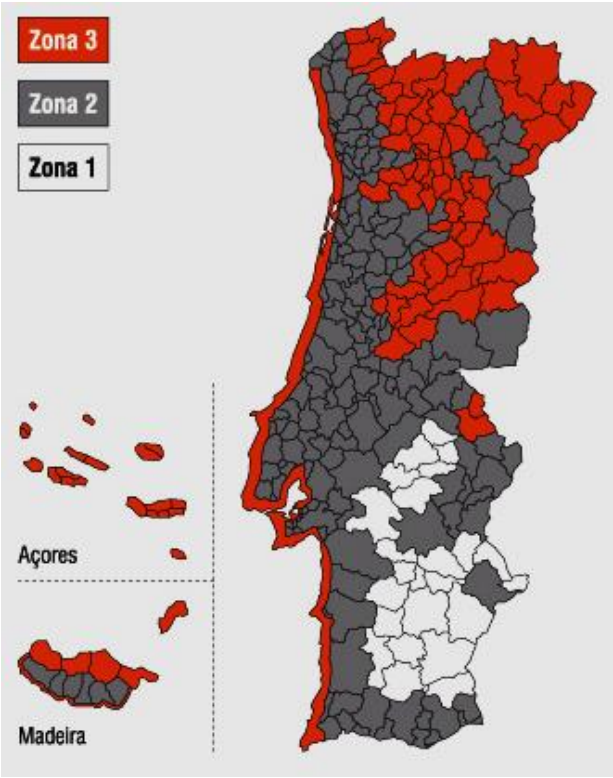



Figura 50 – Zonamento Climático resultante da combinação Vento-Precipitação (Manual Aplicação de Telha Cerâmica)

Em cada uma das zonas climáticas acima descritas, existem diferentes graus de exposição a que um edifício está sujeito e consequentemente a sua cobertura. Segundo o Manual de Aplicação de telha cerâmica (1998) podem-se distinguir três situações quanto ao grau de exposição do edifício. (Figuras 51 e 52)

- **Situação Protegida**: a área circundante ao edifício é totalmente rodeada por elevações de terreno, ou seja, o edifício encontra-se abrigado face a todas as direções de incidência dos ventos;
- **Situação Normal:** a área circundante ao edifício é maioritariamente plana;
- **Situação exposta:** edifícios situados em áreas do litoral até uma distância de 5 km do mar, cimo de falésias, em ilhas ou penínsulas estreitas, estuários ou baías muito cavadas, vales estreitos (que canalizam ventos) ou montanhas altas e isoladas. Também constituem situações expostas os edifícios que comportem cinco a seis pisos, situados em locais protegidos ou normais.

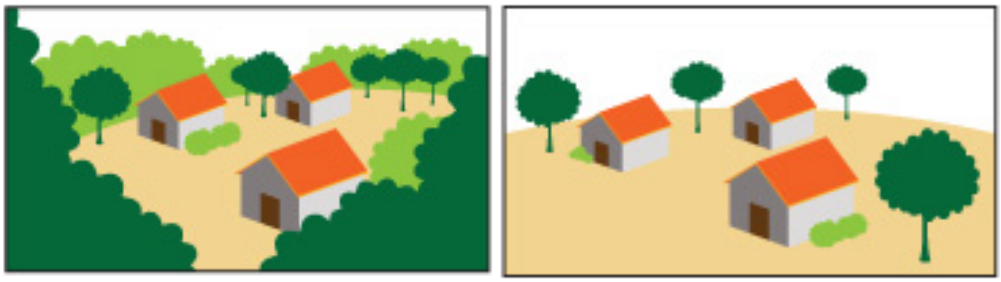


Figura 51 – Exemplo de uma situação protegida (esquerda) e uma situação normal (direita) (CCTV)

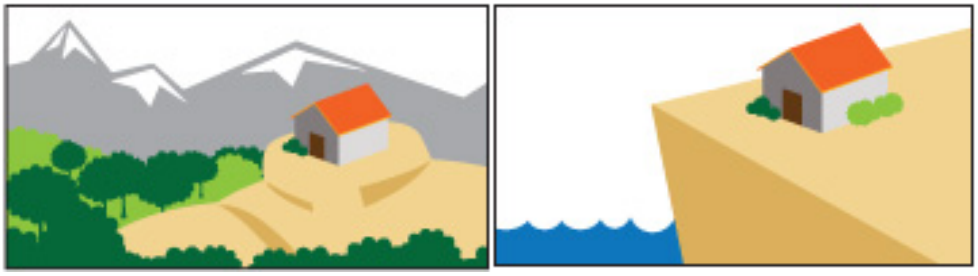


Figura 52 – Exemplo uma situação exposta numa zona alta e isolada (esquerda) e uma situação exposta junto à costa (direita) (Manual Aplicação de Telha Cerâmica)

A combinação das Zonas I, II e III com o grau de exposição do edifício permite obter uma classificação com base na severidade, conforme o Quadro 33:

Quadro 33 – Nível de severidade resultante combinação ação vento-precipitação com a exposição edifício

| **Nível de severidade** | | **Zonamento da ação combinada Vento - Precipitação** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Zona I | Zona II | Zona III |
| **Nível de exposição** | Situação Protegida | Pouco agressivo | Pouco agressivo | Moderadamente agressivo |
| | Situação Normal | Pouco agressivo | Moderadamente agressivo | Muito agressivo |
| | Situação Exposta | Moderadamente agressivo | Muito agressivo | Muito agressivo |

#### 5.4.1.6. Resistência às Cargas de Neve

As coberturas também podem estar sujeitas à ação da neve, por isso torna-se importante caracteriza-la. Segundo o RSA (Decreto Lei 235/83) a ação da neve deve ser tida em conta nos locais com altitude igual ou superior a 200m situados nos distritos de Viana do Castelo, Braga, Vila Real, Bragança, Porto, Aveiro, Viseu, Guarda, Castelo Branco e Portalegre. Nos restantes locais do continente e nos arquipélagos dos Açores e da Madeira não há que considerar a ação da neve.

* Nota: contudo em algumas zonas elevadas da ilha da Madeira, embora não haja que considerar a ação da neve, pode justificar-se a consideração de uma sobrecarga devida à acumulação de granizo

#### 5.4.1.7. Resistência às Ações Sísmicas

De forma a quantificar o efeito das ações sísmicas, consideram-se duas variáveis: a divisão do território em zonas de sismicidade e a natureza do terreno do local em que o edifício é implantado.

Segundo o RSA (DL 235/83), as zonas sísmicas estão divididas em quatro zonas, que, por ordem crescente se sismicidade, são designadas por A, B, C, D, conforme a Figura 53. As ilhas do arquipélago dos Açores são incluídas na zona A, com exceção das ilhas das Flores e do Corvo que, juntamente com as do arquipélago da Madeira, são incluídas na Zona D.

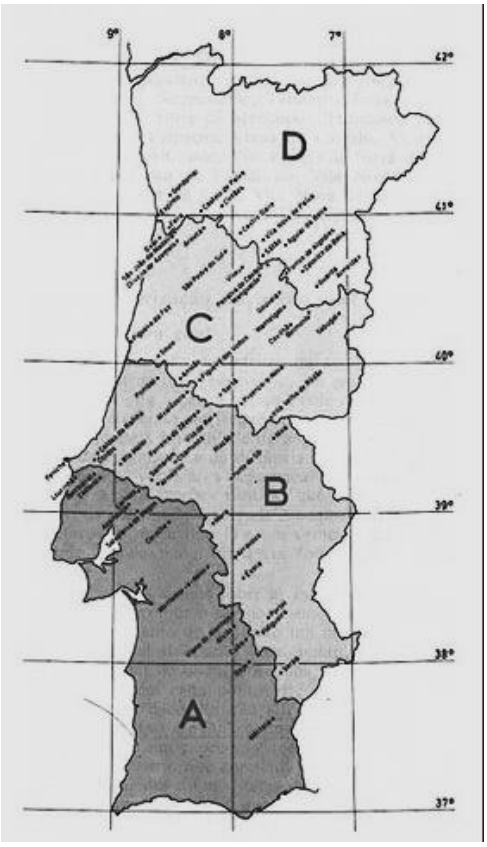



Figura 53 – Zonamento do território por zonas de sismicidade (RSA)

Outro aspeto a ter em conta é a natureza do terreno onde o edifício se localiza. São considerados os seguintes tipos:

- **Tipo I:** rochas e solos coerentes rijos;
- **Tipo II:** solos coerentes muito duros, duros e de consistência média; solos incoerentes compactos;
- **Tipo III:** solos coerentes moles e muito moles; solos incoerentes soltos.

A combinação das zonas sísmicas A, B, C e D com os tipos de terreno existentes no edifício onde se insere a cobertura permitem atribuir um nível de severidade conforme o Quadro 34.

Quadro 34 – Nível de severidade resultante da combinação da natureza do terreno com as zonas sísmicas.

| **Nível de severidade** | | **Zonas sísmicas** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Zona A | Zona B | Zona C | Zona D |
| **Natureza do terreno** | Tipo I | Muito agressivo | Moderadamente agressivo | Pouco agressivo | Pouco agressivo |
| | Tipo II | Muito agressivo | Moderadamente agressivo | Moderadamente agressivo | Pouco agressivo |
| | Tipo III | Muito agressivo | Muito agressivo | Moderadamente agressivo | Pouco agressivo |

#### 5.4.1.8. Resistência a Sobrecargas relativas ao uso Normal

Em relação às sobrecargas relativas ao uso normal em coberturas, o RSA (Decreto Lei 235/84) divide as coberturas em três tipos, inclinadas (ou ordinárias), em terraços não acessíveis e em terraço acessíveis. Para cada tipo de cobertura está associado uma sobrecarga uniformemente distribuída que está diretamente relacionado com o seu tipo de utilização (Quadro 35). Pelo facto das coberturas inclinadas serem menos solicitadas do que as coberturas em terraço, estas são classificadas ao nível da severidade como Pouco Severo. Já nas coberturas em terraço, as não acessíveis corresponderão a um nível Moderadamente Severo pelo que poderão ser acessíveis para fins de manutenção e reparação e as coberturas acessíveis a um nível Muito Severo por serem as mais solicitadas.

Quadro 35 – Sobrecargas em Coberturas segundo o RSA

| **Tipo de Cobertura** | **Coberturas Inclinadas** | **Coberturas em Terraço não Acessíveis** | **Coberturas em Terraço Acessíveis** |
|---|---|---|---|
| **Valor da sobrecarga uniformemente distribuída** | 0,3 kN/m2 | 1,0 kN/m2 | 2,0 kN/m2 |

#### 5.4.1.9. Estanqueidade à Água

A estanqueidade à água de uma cobertura inclinada é influenciada pela inclinação da cobertura. Segundo o Manual Aplicação de Telhas Cerâmicas (1998), as inclinações mínimas admissíveis para coberturas inclinadas dependem de vários fatores como o tipo de telha, desenvolvimento da vertente, zona climática, condições de exposição e presença ou não de forro sob o revestimento. (Quadro 36)

Quadro 36 – Inclinação mínima dos suportes de cobertura (%) (1)

| **Modelo de Telha** | **Exposição (2)** | **Desenvolvimento da Vertente (m) (3)** | **Localização (2)** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Zona I | Zona II | Zona III |
| **Lusa** | Protegida | < 6.0 m | 21 | 25 | 30 |
| | Normal | | 23 | 28 | 33 |
| | Exposta | | 27 | 33 | 38 |
| | Protegida | 6.0 a 1.0 m | 23 | 28 | 33 |
| | Normal | | 26 | 31 | 37 |
| | Exposta | | 30 | 36 | 42 |
| | Protegida | > 10 m | 25 | 30 | 36 |
| | Normal | | 28 | 34 | 40 |
| | Exposta | | 33 | 39 | 46 |
| **Marselha** | Protegida | < 6.0 m | 29 | 32 | 37 |
| | Normal | | 32 | 36 | 41 |
| | Exposta | | 36 | 41 | 47 |
| | Protegida | 6.0 a 1.0 m | 32 | 36 | 41 |
| | Normal | | 36 | 40 | 45 |
| | Exposta | | 40 | 46 | 52 |
| | Protegida | > 10 m | 35 | 40 | 45 |
| | Normal | | 39 | 44 | 50 |
| | Exposta | | 44 | 51 | 57 |
| **Canudo** | Protegida | < 6.0 m | 36 | 41 | 45 |
| | Normal | | 40 | 45 | 50 |
| | Exposta | | 46 | 52 | 58 |
| | Protegida | 6.0 a 1.0 m | 40 | 45 | 50 |
| | Normal | | 44 | 50 | 55 |
| | Exposta | | 51 | 57 | 64 |
| | Protegida | > 10 m | 43 | 49 | 54 |
| | Normal | | 48 | 54 | 60 |
| | Exposta | | 55 | 62 | 70 |

Nota:

(1) – Valores aplicáveis para coberturas sem forro (telha vã), no caso de coberturas executadas com forro, os valores indicados podem ser reduzidos em 1/7 (DTU 40.21);

(2) – Condições de exposição definidas em 5.3.1.5.;

(3) – Desenvolvimento em projeção horizontal;

Por outro lado, a estanqueidade à água de uma cobertura em terraço também é influenciada pela inclinação da cobertura. De acordo com Lopes (1994a), as pendentes das coberturas em terraço devem de ter um limite mínimo de 1 ou 2%, de acordo com a regulamentação existente, de forma a que a agua possa escoar na direção dos dispositivos de recolha das mesmas. De forma a avaliar o nível de agressividade que a pendente das coberturas em terraço pode apresentar, dividiu-se da seguinte forma:

- **Cobertura com pendente nula**: cobertura cuja pendente origina estagnação de água, corresponde a um ambiente muito agressivo;
- **Cobertura com pendente entre 1 e 2**%: cobertura cuja pendente varia entre os limites mínimos admissíveis, corresponde a um ambiente moderadamente agressivo;
- **Cobertura com pendente superior a 2%:** cobertura cuja pendente permite o fácil escoamento da água, corresponde a um ambiente pouco agressivo.

#### 5.4.1.10. Permeabilidade ao Ar

De acordo com o Manual de Aplicação de Telhas Cerâmicas (1998), pretende-se que o nível de permeabilidade ao ar evite um desperdício de energia excessivo e correntes de ar desagradáveis nos locais habitáveis sob a cobertura. De uma forma simplista, pode-se agrupar as várias disposições construtivas de uma cobertura de maneira a avaliar o nível de agressividade em relação à permeabilidade ao ar. Ou seja:

- **Cobertura com estrutura de suporte e revestimento contínuo**: são exemplo as coberturas em terraço cuja estrutura de suporte é constituída por uma laje maciça em betão e cujo revestimento é constituído por telas ou betumes. Também são exemplo as coberturas inclinadas constituídas por cascas de betão pré-esforçado (função conjunta de suporte e revestimento). Esta disposição corresponde a uma cobertura cuja permeabilidade presume-se baixa pelo que constitui um nível de agressividade mínimo;
- **Cobertura com estrutura de suporte contínuo e revestimento descontínuo:** são exemplo as coberturas inclinadas cuja estrutura de suporte constituída por lajes maciças nas vertentes e cujo revestimento é constituído por telhas. Esta disposição corresponde a uma cobertura cuja permeabilidade presume-se normal pelo que constitui um nível de agressividade médio;
- **Cobertura com estrutura de suporte e revestimento descontínuo:** são exemplo as coberturas inclinadas cuja estrutura de suporte é constituída por estruturas de madeira e/ou metálicas e cujo revestimento é constituído por telhas. Esta disposição corresponde a uma cobertura cuja permeabilidade presume-se alta pelo que constitui um nível de agressividade alta;

#### 5.4.1.11. ISOLAMENTO TÉRMICO – CLASSIFICAÇÃO ISOLE

A associação ACERMI "*Association pour la Certification des Matériaux Isolants*", desenvolve desde 1985 uma certificação cujo objetivo é determinar os níveis mínimos de aptidão para as diversas características dos isolantes. Esta certificação aplica-se a isolantes pré-fabricados sob a forma de placas, painéis ou rolos, comportando ou não, revestimentos delgados. A maioria dos isolantes no mercado possuem esta classificação, portanto torna-se viável a sua utilização na determinação do grau de severidade.

A classificação ISOLE é composta por cinco exigências, cada uma possui um certo número de níveis e quanto maior o nível melhor o comportamento do isolante face à exigência em causa. As exigências estão apresentadas no Quadro 37:

Quadro 37 – Exigências ISOLE

| Exigências | Identificação | Nº de Níveis |
|---|---|---|
| **Compressibilidade** | I | 5 |
| **Estabilidade dimensional** | S | 4 |
| **Comportamento à água** | O | 3 |
| **Comportamento mecânico** | L | 4 |
| **Permeabilidade ao vapor de água** | E | 5 |

A classificação ISOLE pode ser aplicada às coberturas em terraço e inclinadas, de acordo com o Manual Exigêncial "*NIT.001-LFC"*. Para cada tipo de solução construtiva das coberturas, são atribuídos níveis mínimos de aptidão para utilização, conforme os Quadros 38 a 43.

Quadro 38 – Níveis mínimos de aptidão ISOLE para coberturas em terraço com isolante exterior

| **Coberturas horizontais em terraço com isolante exterior** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Solução** | I | S | O | L | E |
| **Isolante sob sistema de impermeabilização** | **3** – Carga ≤ 5 kN/m$^2$ | **3** | **2** | **3** | **2*** |
| | **4** – 5 kN/m$^2$ > Carga ≤ 10 kN/m$^2$ | | | | |
| | **5** – Carga > 10 kN/m$^2$ | | | | |
| **Cobertura invertida ajardinada ou acessível a pessoas** | **3** – Carga ≤ 5 kN/m$^2$ | **2** | **3** | **4** | **2** |
| | **4** – 5 kN/m$^2$ > Carga ≤ 10 kN/m$^2$ | | | | |
| | **5** – Carga > 10 kN/m$^2$ | | | | |

* Com para-vapor sob o isolante

Quadro 39 – Níveis mínimos aptidão ISOLE para coberturas inclinadas com desvão não acessível

| **Coberturas inclinadas – desvão não acessível, ventilado e com isolante sobre laje horizontal** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Solução** | I | S | O | L | E |
| **Isolante sobre laje horizontal** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** |

Quadro 40 – Níveis mínimos de aptidão ISOLE para coberturas inclinadas com desvão de acessibilidade limitada

| **Coberturas inclinadas – desvão com acessibilidade limitada a arrumos sem condições de habitabilidade, ventilado e com isolante sobre laje horizontal** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Solução** | I | S | O | L | E |
| **Isolante sobre laje horizontal de betão armado com proteção continua** | **3** – Carga ≤ 5 kN/m$^2$ | **1** | **2** | **2** | **2** – Escolas /escritórios |
| | **4** – 5 kN/m$^2$ > Carga ≤ 10 kN/m$^2$ | | | | **3** – Habitações* |
| | **5** – Carga > 10 kN/m$^2$ | | | | **4** – Habitações** |
| **Isolante sobre laje horizontal de betão armado com proteção fracionada** | **3** – Carga ≤ 5 kN/m$^2$ | **1** | **1** | **1** | **2** |
| | **4** – 5 kN/m$^2$ > Carga ≤ 10 kN/m$^2$ | | | | |
| | **5** – Carga > 10 kN/m$^2$ | | | | |

***** Não sobre ocupadas e corretamente ventiladas

****** Com ventilação reduzida

Quadro 41 – Níveis de aptidão ISOLE para coberturas inclinadas com isolante nas vertentes

| **Coberturas inclinadas com isolante nas vertentes** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Solução** | I | S | O | L | E |
| **Isolante interior continuo associado à estrutura descontinua** | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** |
| **Isolante exterior sobre laje inclinada, com espaço de ar ventilado** | **3** | **1** | **2** | **2** | **1** |

Quadro 42 – Níveis de aptidão ISOLE para coberturas metálicas

| **Coberturas metálicas** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Solução** | I | S | O | L | E |
| **Isolante sob revestimento metálico** | **1** | **1** | **1** | **1** | **4** |
| **Isolante sobre revestimento metálico e protegido pela impermeabilização** | **3** | **3** | **2** | **3** | **2*** |

* Com para-vapor sob o isolante

De forma a determinar o nível de severidade em relação ao isolamento térmico foi adotada a seguinte classificação com base nas exigências ISOLE. (Quadro 43)

Quadro 43– Nível de severidade com base nas exigências ISOLE

| Pouco agressivo | Moderadamente agressivo | Muito agressivo |
|---|---|---|
| **Isolamento térmico com classificação ISOLE superior à recomendada para a cobertura em estudo** | Isolamento térmico com classificação ISOLE recomendada para a cobertura em estudo | Isolamento térmico com classificação ISOLE inferior à recomendada para a cobertura em estudo |

#### 5.4.1.12. Ação da Temperatura

A ação da temperatura sobre as superfícies das coberturas pode conduzir a grandes amplitudes térmicas durante o decorrer das estações do ano. Estas variações térmicas podem conduzir a uma série de anomalias nos revestimentos e consequentemente um comportamento térmico deficiente. Segundo o REH (Decreto-lei 251/2015), o país divide-se em três zonas climáticas de Inverno (I1, I2 e I3) e três zonas climáticas de Verão (V1, V2 e V3), em função do número de graus-dias de aquecimento ou arrefecimento correspondente à estação, duração da estação, temperatura exterior de projeto da estação e amplitude térmica média diária do mês mais quente ou frio. As zonas climáticas de Verão e Inverno são apresentadas na Figura 54.

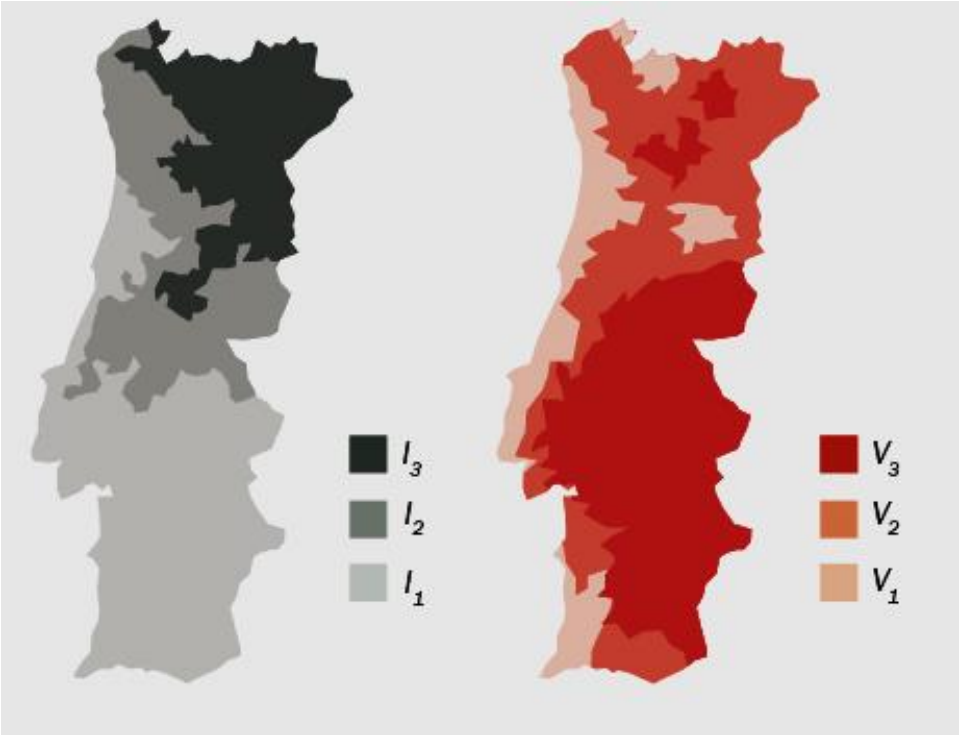



Figura 54 - Zonas climática de Inverno e Verão (Portal do Clima)

#### 5.4.1.13. ZONAS DE RUÍDO

Os edifícios estão constantemente expostos ao ruído proveniente da sua zona envolvente. Além das fachadas, as coberturas também influenciam o conforto acústico dos compartimentos que envolvem. Segundo o RGR (DL 278/2007), podemos dividir as zonas da seguinte forma:

- **Zonas sensíveis:** área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas à população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período noturno.
- **Zonas sensíveis na proximidade de um GIT** (Grande Infraestrutura de Transporte): zonas sensíveis no qual existe ou está planeado a existência de um GIT rodoviário (≤ 100m), ferroviário (≤ 100m) ou aéreo (área retangular de 7800m de comprimento por 1000m de largura com pista nele centrada);
- **Zonas Mistas:** área cuja ocupação é afeta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível.

O RGR define também os seguintes valores limite de exposição a ruído exterior. (Quadro 44)

Quadro 44 – Valores limite de exposição ao ruído

| Zonas | *Lden* (dB(A)) | *Ln* (dB(A)) |
|---|---|---|
| **Zonas mistas** | ≤ 65 | ≤ 55 |
| **Zonas sensíveis** | ≤ 55 | ≤ 45 |
| **Zonas sensíveis na proximidade de GIT existente** | ≤ 65 | ≤ 55 |
| **Zonas sensíveis na proximidade de GIT não aéreo em projeto** | ≤ 60 | ≤ 50 |
| **Zonas sensíveis na proximidade de GIT aéreo em projeto** | ≤ 65 | ≤ 65 |

Sendo que:

*Lden*: indicador de ruído diurno-entardecer-noturno

*Ln*: indicador de ruído noturno

#### 5.4.1.14. Exposição a Ambientes Marítimos e Ação da Poluição

As coberturas, em especial os seus materiais, podem estar expostos a ambientes que aceleram a sua degradação. A exposição a um ambiente marítimo e a quantidades notáveis de poluição provocam alterações na cor dos materiais bem como a degradação das suas propriedades. (Raposo 2009)

Segundo a AFNOR (*Association Française de Normalisation*), na norma NF P24-351 , pode-se classificar as diferentes atmosferas existentes, de acordo com a poluição e influência marítima a que os produtos de construção estão submetidos. (Quadro 45)

Quadro 45 – Tipos de atmosferas segundo a Norma francesa NF P24/351

| Atmosfera | Características da atmosfera |
|---|---|
| **E1** | Atmosfera rural não poluída. Zonas rurais sem presença de poluição particular |
| **E2** | Atmosfera normal urbana ou industrial. Pequenos ou médios aglomerados e/ou zonas industriais com produção de gases e fumos, mas que não contenham elevado teor em compostos químicos |
| **E3** | Atmosfera severa urbana ou industrial. Importantes aglomerados e/ou zona industrial com produção de gases e fumos com compostos químicos. |
| **E4** | Atmosfera das construções situadas entre os 10 e os 20 km do litoral |
| **E5** | Atmosfera das construções situadas entre os 3 e os 10 km do litoral |
| **E6** | Atmosfera das construções situadas a menos de 3 km do litoral |
| **E7** | Combinação das atmosferas E2 e E6 |
| **E8** | Combinação das atmosferas E3 e E6 |
| **E9** | Combinação das atmosferas E3 e E6, com agressividade agravada por fatores climáticos |

#### 5.4.1.15. COMPORTAMENTO AO GELO-DEGELO - GEADA

Para além das exigências de segurança que uma cobertura tem que satisfazer em relação à ação da neve, a exposição a estes elementos pode levar à degradação precoce dos seus materiais. Com vista à avaliação da severidade da gelividade da zona em que a cobertura se insere, e de acordo com o Manual de Aplicação de Telha Cerâmica (1998) identifica-se na Figura 55, o zonamento do território em função do número médio anual de dias com geada.

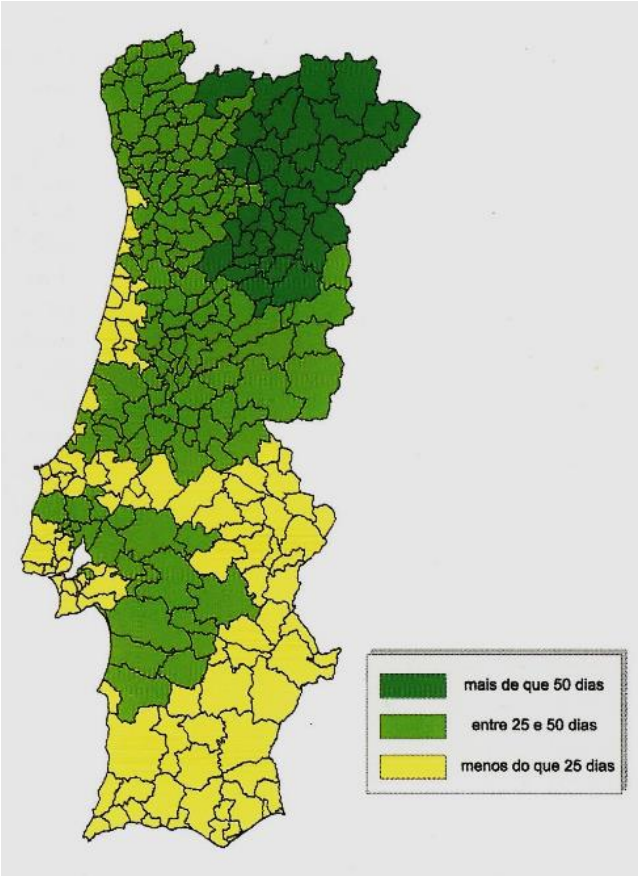



Figura 55 – Número médio anual de dias com geada (CCTV)

### 5.4.2. CONDIÇÕES DE MANUTENÇÃO – CRITÉRIO DE PRIORIDADE NA UTILIZAÇÃO

As condições de manutenção das coberturas estão associadas a um critério de prioridade na utilização. Ao contrário das condições de desempenho que consistiam na avaliação de critérios de avaliação objetivos e concisos, as condições de manutenção estão sujeitas a um critério de prioridade na utilização dependente da atitude e por conseguinte, do tipo de utente em questão. Por isso, tal como referido no Capítulo 3, subcapitulo3.1.2., para o critério de prioridade na utilização são estabelecidos três níveis de manutenção em função do nível de manutenção adotado. Ou seja:

- **Pouco exigente:** nível de manutenção I, corresponde a uma abordagem simplista em relação à manutenção, com um padrão de atuação simples, executada pelo próprio utente e/ou pontualmente com recurso a um técnico especializado;

- **Moderadamente exigente:** nível de manutenção II, corresponde a uma abordagem cuidada em relação à manutenção, com um padrão de atuação frequente, executada pelo próprio utente e/ou um técnico especializado com recurso a produtos e/ou equipamentos de apoio específicos para manutenção dos elementos e componentes;
- **Muito exigente**: nível de manutenção III, corresponde a uma abordagem minuciosa em relação à manutenção, com um padrão de atuação muito frequente, executada por um técnico especializado com recurso a produtos e/ou equipamentos de apoio específicos para a manutenção dos elementos e componentes.

## 5.5. Relação entre os Critérios de avaliação e as Operações de Manutenção

Após a determinação dos critérios de avaliação, torna-se importante relaciona-los com as operações de manutenção, com vista à elaboração das fichas de dados no Capítulo 6. Esta análise consiste na avaliação do grau de importância de cada um dos critérios associados às exigências funcionais para as várias operações de manutenção, ou seja, avaliar em termos de importância quais operações de manutenção melhor garantem as exigências funcionais descritas.

As operações de manutenção elaboradas para o EFM – Coberturas são as seguintes: (Fernandes Rocha, 2014)

- **Inspeção:** operação de manutenção que tem como objetivo obter indicadores do comportamento dos diversos elementos, que potenciem o reconhecimento de fenómenos de pré-patologia;
- **Limpeza:** operação de manutenção que tem como objetivo obter uma melhoria de desempenho técnico igual ao inicialmente previsto e garantir a limpeza;
- **Pró-ação:** operação de manutenção que tem como objetivo obter indicadores do funcionamento dos diversos elementos e garantir o seu correto funcionamento;
- **Correção:** operação de manutenção que tem como objetivo devolver o desempenho inicial dos elementos mediante correções (pressupõe uma inspeção);
- **Substituição:** operação de manutenção que tem como objetivo devolver o desempenho inicial dos elementos mediante a sua substituição.

De acordo com um estudo realizado por Fernandes Rocha (2014), onde foram inquiridos vários intervenientes associados ao processo construtivo das coberturas, foi possível atribuir um grau de importância entre as exigências funcionais e as operações de manutenção. Este estudo serviu de guia para a determinação da correspondência entre os critérios definidos no inicio do capítulo e as operações de manutenção. Morgado (2012) também apresenta um estudo acerca das necessidades de manutenção para os diversos elementos do EFM – Cobertura, com base num conjunto de coberturas analisadas para o efeito. Com base nos estudos referidos, é possível atribuir um grau de importância entre as diversas exigências funcionais e operações de manutenção, de uma forma geral para os vários tipos de coberturas existentes, conforme o Quadro 46.

Quadro 46 – Grau de importância entre as exigências funcionais de as operações de manutenção para o EFM - Cobertura

| EFM - Cobertura | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Grau de Importância** | | **Operações de Manutenção** | | | | | |
| Pouco importante | – | Inspeção | Limpeza | Pró-ação | Correção | Substituição | |
| Importante | O | | | | | | |
| Muito importante | ● | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Exigências** | **Segurança** | **Segurança Contra Incêndio** | | | | | |
| | | Comportamento e reação ao fogo dos elementos de construção | O | – | O | O | O |
| | | Categorias de risco da utilização tipo | ● | – | – | O | – |
| | | **Resistência a Ações Inerentes ao Uso Normal** | | | | | |
| | | Ação do vento e precipitação | O | – | O | O | O |
| | | Resistência às cargas de neve | – | – | – | O | O |
| | | Reação às ações sísmicas | – | – | – | – | – |
| | | Resistência a sobrecargas relativas ao uso normal em Coberturas | O | – | – | O | O |
| | **Conforto** | **Estanqueidade** | | | | | |
| | | À agua | ● | O | O | O | O |
| | | Ao ar | O | – | – | O | O |
| | | **Conforto Hidrotérmico** | | | | | |
| | | Isolamento térmico | – | – | – | O | O |
| | | Ação da temperatura | O | – | – | O | O |
| | | **Conforto Acústico** | | | | | |
| | | Zonas de ruído | O | – | – | O | – |
| | **Durabilidade** | **Conservação das características dos materiais** | | | | | |
| | | Exposição a ambientes marítimos e ação da poluição | O | O | O | O | O |
| | | Comportamento ao gelo-degelo | O | – | – | O | O |

Conforme o Quadro 46, o grau de importância atribuído a cada uma das exigências em relação às operações de manutenção, permite uma adequação correta das intervenções descritas nas fichas de manutenção no Capítulo 6.

As exigências de segurança contra incêndio englobam os critérios de comportamento e reação ao fogo dos elementos de construção e as categorias de risco da utilização tipo. O comportamento e reação ao fogo dos elementos de construção da cobertura adquire um maior grau de importância ao nível da inspeção, correção e substituição. Já ao nível das categorias de risco da utilização tipo, as coberturas devem de ser alvo de inspeções para uma correção posterior.

As exigências de segurança relativas à resistência a ações inerentes ao uso normal, são constituídas pelos critérios da ação do vento e precipitação, resistência às cargas de neve, reação às ações sísmicas e resistência a sobrecargas relativas ao uso normal. Tal como as exigências de segurança contra incêndio, as operações de inspeção, correção e substituição adquirem grande importância quando aplicadas às coberturas, com exceção das exigências de resistência às cargas de neve e reação às ações sísmicas.

As exigências de conforto relativas à estanqueidade englobam os critérios de estanqueidade à agua e ao ar. Ambas as exigências devem de ser alvo de operações de inspeção e limpeza de um modo mais profundo, pois grande parte das anomalias nas coberturas associadas a estas exigências são devido à ausência de operações de inspeção e limpeza.

As exigências de conforto relativas ao conforto higrotérmico englobam os critérios de isolamento térmico e da ação da temperatura. Em relação ao isolamento térmico em coberturas, as operações de manutenção mais adequadas são as de correção e substituição, devido à difícil execução de tarefas como inspeção e limpeza, devido a fatores como a localização da camada de isolamento térmico. Em relação à ação da temperatura, as operações mais adequadas manifestam-se como sendo as de correção e substituição.

As exigências de conforto relativas ao conforto acústico englobam o critério referente às zonas de ruído. As operações consideradas como mais importantes para esta exigência são predominantemente as operações de inspeção, correção e substituição.

As exigências de durabilidade relativas à conservação das caraterísticas dos materiais englobam os critérios de exposição a ambientes marítimos e ação da poluição e de comportamento ao gelo-degelo. Em relação ao critério de exposição a ambientes marítimos e ação da poluição, as operações de manutenção como inspeções e limpeza são consideradas como mais importantes na medida em que promovem a não degradação de elementos como revestimentos. Em relação ao comportamento ao gelo-degelo, as operações que visam a garantia da exigência são as de inspeção, correção e substituição.

# 6

# FICHA DE DADOS DE CONTEÚDOS DE MANUTENÇÃO TIPO

## 6.1. CONDIÇÕES PRELIMINARES

Neste capítulo pretende-se apresentar, uma proposta para a elaboração de fichas de dados de conteúdo de manutenção tipo, cujo objetivo é obter uma sistematização da informação de avaliação dos padrões de eficácia da manutenção do EFM – Cobertura aplicado a cobertura inclinada com telha cerâmica. É feita uma aplicação das fichas de dados a um caso de estudo. O capítulo divide-se em três partes de forma a permitir ao leitor uma visão estruturada do enquadramento do capítulo.

Numa primeira parte, abordam-se aspetos relevantes acerca da elaboração das fichas de dados de conteúdos de manutenção, como os principais recursos bibliográficos utilizados, as estratégias de manutenção adotadas e os modos de atuação em foco na realização das mesmas.

Na segunda parte, é abordada a organização das fichas de dados, com foco na descrição e identificação do EFM e no tipo de conteúdos de manutenção que são o objetivo principal deste capítulo.

Na terceira e última parte é realizada uma síntese dos dados sistematizados para os conteúdos de manutenção elaborados para o EFM em estudo.

## 6.2. ASPETOS RELEVANTES ACERCA DA ELABORAÇÃO DAS FICHAS DE MANUTENÇÃO

### 6.2.1. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Para a correta elaboração das fichas foram utilizados vários recursos. que permitiram a comparação e otimização dos processos descritos nos vários documentos. Foi utilizada a seguinte bibliografia:

- Programa CYPE Ingenieros;
- Associação Portuguesa dos Industriais da Cerâmica de Construção (1998). *"Manual de Aplicação de Telhas Cerâmicas";*
- Brito, J. (2001). *"Coberturas em telha cerâmica"*, IST;
- Barros, P. (2008). *"Processos de Manutenção Técnica de Edifícios – Plano de Manutenção"* (2008), Dissertação de Mestrado, FEUP;
- Tomé Rocha, P. (2008). *"Anomalias em Coberturas de Terraço e Inclinadas"* Dissertação de Mestrado, IST;

- Garcez, N. (2009). *"Sistema de inspeção e diagnóstico de revestimentos exteriores de coberturas inclinadas"*, IST;
- Morgado, J. (2012). *"Plano de Inspeção e manutenção de coberturas de edifícios correntes"*, IST;
- Alves, D. (2012). *"Critérios e Parâmetros relevantes para a execução de um plano de Manutenção – Aplicação a caso de estudo"*. Dissertação de Mestrado, ISEL.
- Fernandes Rocha, P. (2014). *"A manutenção de edifícios no processo de conceção arquitetónica. Modelo de apoio à decisão"*. Tese de Doutoramento, FEUP.

#### 6.2.2. Estratégias de manutenção a adotar

Existe uma importância acrescida na adequação das estratégias de manutenção relativamente ao tipo de severidade e em relação à atitude do utente a que o EFM está exposto.

Considerando a elaboração de conteúdos tipo a estratégia de manutenção adotada na produção das fichas de dados de conteúdos de manutenção para o EFM – Coberturas, no caso de aplicação de coberturas em revestimento cerâmico, depende da operação de manutenção em causa, podendo tratar-se de uma manutenção preventiva sistemática (baseada em atividades de manutenção planeadas) ou de uma manutenção preventiva condicionada (baseada em atividades não planeadas).

A norma EN 13306 (2007) refere que a Manutenção Sistemática é uma *"manutenção preventiva efetuada a intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem."* Relativamente à Manutenção Condicionada é uma *"manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações dai decorrentes."*

#### 6.2.3. Modos de atuação

Em relação aos modos de atuação anteriormente referidos no ponto 3.1.3. do Capítulo 3, a elaboração das fichas de dados de conteúdos de manutenção incidirá sobre um padrão de eficácia de manutenção correspondente a um nível *moderadamente severo – moderadamente exigente* (βii), em relação às condições de desempenho (critério de severidade) e às condições de manutenção (critério de prioridade na utilização) respetivamente.

De salientar que a adequação das fichas de dados aqui apresentadas aos modos de atuação *Pouco severo – Pouco exigente* (αi) e *Muito severo – Muito exigente* (γiii) não é realizada devido período de tempo que seria necessário para a sua correta elaboração e validação de dados.

### 6.3. Organização da Ficha de dados de conteúdos de Manutenção tipo

A ficha de dados de conteúdos de manutenção tipo elaborada apresenta-se estruturada da seguinte forma:

- Dados de identificação do EFM em estudo;
- Dados de caracterização das Operações de Manutenção - Inspeção, Limpeza, Pró-ação, Correção e Substituição para os diversos componentes do EFM em estudo.

### 6.3.1. Dados de Identificação

Os dados de identificação têm como objetivo o reconhecimento e caracterização do EFM em estudo e dos vários componentes:

- **EFM e componentes**: é identificado o Elemento Fonte de Manutenção em estudo e quais os principais componentes que o constituem;
- **Tipo de componentes e materiais**: são especificados os tipos de componentes e materiais constituintes;
- **Características especificas do EFM**: são descritas características particulares do EFM em estudo que não se enquadram no ponto anterior;
- **Vida útil de referência**: é atribuído a cada componente descrito do EFM a vida útil estimada (sempre que possível);
- **Normas e regulamentação complementar especifica**: é recomendado, se necessário, a consulta de normas e regulamentação existentes para o EFM em estudo;
- **Data de conclusão**: identificação da data de elaboração da ficha de dados de conteúdos de manutenção.

A Figura 56 apresenta a estruturação dos dados de identificação para o EFM – Cobertura aplicado a cobertura inclinada com telha cerâmica:

| **Eficácia da manutenção** | **βii (moderadamente severo-moderadamente exigente)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **EFM e componentes** | **Coberturas Inclinadas** | **Revestimentos** | **Estrutura de Suporte** | **Isolamento Térmico** | **PontosSingulares/** Sistemas de remate | **Elementos Emergentes** Sistema de drenagem, Sistema de ventilação, Chaminé**,** Claraboia |
| **Tipo de componentes e materiais** | **Revestimento: telha cerâmica;**<br>**Estrutura de suporte:** descontínua em **madeira**, estrutura príncipal formada por **asnas e travamento**, estrutura secundária formada por **vara e ripa;**<br>**Isolamento térmico:** sob a forma de **forro,** localizado entre a estrutura de suporte e revestimento;<br>**Pontos Singulares/Sistemas de remate**: remates em **tubagens emergentes**, remates em **cumeeiras**, remates no **rincão**, remates no **laró**, remates nas **paredes emergentes**, remates no **beiral**, remates nas **juntas de dilatação,** elementos de fixação**: ganchos, parafusos e outras peças metálicas;**<br>**Elementos Emergentes: Sistema de drenagem: tubos de queda** e **caleiras metálicas**; **Sistema de ventilação: condutas de ventilação; Chaminé em alvenaria; Claraboia em caixilharia de aluminio.** | | | | | |
| **Caracteristicas específicas do EFM** | Forma da cobertura: **regular de 4 águas;**<br>Área da cobertura**:__m2;** | | | | | |

| | |
|---|---|
| | Inclinação da cobertura:_**%;**<br>Desvão**: não habitável.** |
| **Vida útil de referência** | Revestimento em telha cerâmica**: 50 anos;**<br>Estrutura suporte em madeira: **40 anos;**<br>Isolamento térmico: **50 anos**;<br>Sistema de remates: **20 anos**;<br>Sistema de drenagem: **25 anos** (metálico);<br>Elementos emergentes: **35 anos** (metálicos) e **50 anos** (alvenaria);<br>Elementos de fixação: **20 anos**. |
| **Normas e regulamentação complementar específica** | **[** Outras normas existentes que se considere adequado consultar **]** |
| **Data da conclusão** | **21/06/2017** |

Figura 56 – Ficha de identificação para o EFM – Cobertura em estudo

### 6.3.2. Dados de caracterização das Operações de Manutenção

Os dados correspondentes às várias operações de manutenção (Inspeção, Limpeza, Pró-ação, Substituição e Correção) são constituídos por vários atributos das politicas de manutenção já brevemente referenciados no ponto 3.1.3 do Capítulo 3. Para parametrizar os vários atributos das políticas de manutenção foi estabelecido:

- **Procedimentos**: perante cada modo de atuação há que definir os procedimentos ou tarefas necessárias à sua execução. O planeamento das mesmas deve verificar-se em conformidade com os propósitos das várias operações de manutenção;
- **Recursos envolvidos**: os meios a disponibilizar devem ser os necessários e adequados na execução de cada procedimento ou tarefa, e em concordância com as exigências dos critérios de severidade e prioridade na utilização;
- **Origem da ocorrência de anomalias**: a forma de atuar perante cada modo de atuação, tem que ter em consideração a deteção de eventuais anomalias presentes nos Elementos Fonte de Manutenção, que no caso de existência de manifestações patológicas devem ser registadas nos **Procedimentos**. Contudo, e para além da identificação e registo das possíveis causas, pretende-se a deteção da sua origem de modo a que a intervenção de manutenção, não tenha como objetivo a mera reposição de imagem, mas a eliminação da ocorrência. Foram tipificadas as principais origens da ocorrência de anomalias: OC ErP Erros de projeto; OC ErEX Erros de execução; OC AdgD Agentes de degradação; OC Mu Man Modo de uso/manutenção; OC Out Outras para casos particulares;
- **Grau de importância:** permite identificar o grau de importância da operação para contribuir garantir um determinado modo de atuação relativamente às exigências em causa, com base no ponto 5.5 do capítulo 5, que relaciona os critérios de avaliação com as operações de manutenção. A atribuição do grau de importância é feita pela seguinte forma: Pouco importante (**—**), Importante (**O**) e Muito importante (●).

- **Prioridade da operação**: o planeamento de uma intervenção de manutenção deve ter em consideração o tipo de prioridade de intervenção da operação em função do seu carater de urgência. A sua atribuição deve ser estabelecida tendo em consideração o tipo de prioridade:

  **PO I** – Imediato – Intervenção inevitável e indispensável: risco imediato e elevado para a segurança e saúde/bem-estar dos utentes estando em causa a rutura funcional de elemento(s) ou fim de vida útil, não garantindo a sua utilização e funcionamento, e/ou incumprimento das exigências iniciais projetadas;

  **PO U** – Urgente – Intervenção necessária e essencial: risco médio para a saúde/bem-estar e sem risco de segurança dos utentes não estando em causa a rutura funcional de elemento(s) ou fim de vida útil, não podendo garantir a sua utilização e funcionamento, e/ou incumprimento das exigências iniciais projetadas;

  **PO C** – Corrente – Intervenção padrão e ordinária ou regular: sem risco para a segurança e saúde/bem-estar dos utentes não estando em causa a rutura funcional de elemento(s) ou fim de via útil, mas com limitações na sua utilização e funcionamento, e em incumprimento das exigências iniciais projetadas;

- **Tempo médio entre intervenções (TMI)**: as intervenções de manutenção são realizadas de acordo com determinadas periocidades (intervalos de tempo) pré-determinadas ou definidas em função da condição de estado do elemento ou componente;
- **Entidade responsável**: em conformidade com o nível de eficácia da manutenção obtido deve ser estipulada qual a entidade responsável para a realização da intervenção – Utente e/ou Técnico Especializado, como forma de garantir que as operações de manutenção são executadas de forma adequada e correta;
- **Custo das intervenções**: os custos a contabilizar englobam os custos dos materiais, custos da mão de obra e custo dos equipamentos. Os custos estão diretamente relacionados com a entidade responsável pela realização da intervenção. No caso da realização da intervenção pelo utente (inspeções), os custos não foram considerados. Os custos são apresentados em €/m2, €/ml ou €/ud, dependendo do tipo de intervenção e componente em causa.

A Figura 57 apresenta a estruturação dos dados de caracterização da operação de manutenção Inspeção, aplicada ao caso de estudo.

| Operações de Manutenção | CONTEÚDOS PARA INSPEÇÃO ($CM_I$) | |
|---|---|---|
| **Instruções gerais** | A execução da operação de inspeção nas coberturas **em ambiente moderadamente agressivo** e para **nível de manutenção II** – executada pelo próprio utente ou com recurso a técnico especializado e com necessidade de recurso a produtos específicos para manutenção do elemento e componentes.<br>A inspeção detalhada da cobertura deve detectar fenómenos de pré-patologias, monitorizar **[identificar e registar]** anomalias detetadas em inspeções anteriores, e determinar a sua extensão, gravidade e respetivas causas. | |
| **Componentes** | **Revestimentos** | |
| **$CM_I$ 1** | | |

| | |
|---|---|
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual e funcional de modo a verificar situações de depósitos de sujidade e resíduos de poluição diversos que possam contribuir para alterações de desempenho e do aspeto visual. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações de sujidades e resíduos:**<br>**1.1** Detetar a presença de poeiras, folhas, animais mortos ou outros objetos e substâncias.<br>recurso a escadote ou grua móvel, pincel e lupa<br>**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo:**<br>**2.1** Detetar alterações da tonalidade das telhas cerâmicas;<br>**2.2** Detetar a existência de fissurações ou quebra de telhas cerâmicas;<br>**2.3** Detetar a existência de descasque das telhas cerâmicas;<br>**2.4** Detetar o desenvolvimento de vegetação nas telhas cerâmicas.<br>recurso a meio digital de processamento de dados<br>**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**<br>**3.1** Registar alterações de desempenho e do aspeto visual verificados no componente – revestimento.<br>recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica<br>**1.**  **2.**  <br>**3.**  **4.**  <br>(fonte: Rocha (2008))<br>Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes: **(1)** alterações da tonalidade das telhas cerâmicas; **(2)** fissurações ou quebra das telhas cerâmicas;**(3)** descasque da telha cerâmica; **(4)** desenvolvimento de vegetação nas telhas cerâmicas.<br>**Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.** |
| **Recursos envolvidos** | Observação visual, escadote ou grua móvel, pincel e lupa, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico e invólucro para recolha. |

| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP**<br>**Erros de projeto** | **OC ErEX**<br>**Erros de execução** | **OC AgdD**<br>**Agentes de degradação** | **OC Mu Man**<br>**Modo de uso/manutenção** | **OC Out**<br>**Outras** |
|---|---|---|---|---|---|

| **Grau de importância** | ● | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
|---|---|---|---|---|---|

| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Anual | **Entidade responsável** | Utente **(Ut)** |
|---|---|---|---|

| | |
|---|---|
| **Custo por intervenção.Tipo de custos** | Não aplicável |

Figura 57 –Dados de caracterização da operação de manutenção – Inspeção.

As fichas de dados de conteúdos de manutenção tipo referentes a cada uma das operações de manutenção de Inspeção, Pró-ação, Correção e Substituição para a cobertura em estudo encontram-se no **ANEXO A**.

## 6.4. SÍNTESE DOS DADOS SISTEMATIZADOS PARA OS CONTEÚDOS DE MANUTENÇÃO TIPO– CASO DE ESTUDO

De forma a sintetizar os dados e permitir ao leitor uma melhor compreensão do trabalho, foram elaborados os Quadros 47, 48 e 49, onde se observam os conteúdos de manutenção, estratégias de manutenção e grau de importância em relação a cada componente do EFM em estudo e à operação de manutenção em causa.

Quadro 47 – Quadro síntese das estratégias de manutenção adotadas no caso de estudo

| Quadro síntese das estratégias de manutenção adotadas no caso de estudo | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estratégia de Manutenção Preventiva **Condicionada – C** **Sistemática - S** | | Componentes do EFM - Cobertura | | | | | | | |
| | | Revestimento | Estrutura de Suporte | Isolamento Térmico | Sistema de Remates | Sistema de Drenagem | Sistema de Ventilação | Chaminé | Claraboia |
| Operações de manutenção | Inspeção | **S** | **S** | **S** | **S** | **S** | **S** | **S** | **S** |
| | Limpeza | **S** | **S** | **-** | **S** | **S** | **S** | | **S** |
| | Pró-ação | **S ou C** | **S ou C** | - | **S ou C** | **S ou C** | - | **-** | **S ou C** |
| | Correção | **S ou C** | **S ou C** | **S ou C** | **S ou C** | **S ou C** | **S ou C** | **S ou C** | **S ou C** |
| | Substituição | **C** | **C** | **C** | **C** | **C** | **C** | **C** | **C** |

Através do Quadro 47 pode-se constatar que foi adotada uma estratégia de manutenção preventiva sistemática para as operações de manutenção Inspeção e Limpeza para todos os componentes do EFM em estudo. Esta estratégia supõe atividades de manutenção pré-estabelecidas, ou seja, planeadas. A manutenção preventiva condicionada foi adotada para a operação de manutenção Substituição. Esta estratégia pressupõe atividades não planeadas, porque mesmo no caso de fim de vida útil deve ser realizada uma avaliação do componente que permita ponderar em função da sua condição de estado, quais deverão ser os procedimentos a executar. Em relação às operações Pró-ação e Correção deverá ser implementada uma manutenção preventiva condicionada, uma vez que não é fácil planear este tipo de ocorrências, mas em alguns casos, pode-se implementar procedimentos já previstos e planeados

O Quadro 48 apresenta os conteúdos de manutenção elaborados para cada componente do EFM e para as várias operações de manutenção. Alguns componentes apresentam mais do que um conteúdo de

manutenção para a respetiva operação de manutenção, enquanto que outros componentes não apresentam quaisquer conteúdos de manutenção para outras determinadas operações de manutenção.

Quadro 48 – Quadro síntese do número de conteúdos de manutenção definidos para o caso de estudo

| Quadro síntese do número de conteúdos de manutenção definidos para o caso de estudo | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Conteúdos de Manutenção | | Componentes do EFM - Cobertura | | | | | | | |
| | | Revestimento | Estrutura de Suporte | Isolamento Térmico | Sistema de Remates | Sistema de Drenagem | Sistema de Ventilação | Chaminé | Claraboia |
| Operações de manutenção | Inspeção | **$CM_I$ 1, 2** | **$CM_I$ 3, 4, 5, 6** | **$CM_I$ 7** | **$CM_I$ 12** | **$CM_I$ 8** | **$CM_I$ 9** | **$CM_I$ 10** | **$CM_I$ 11** |
| | Limpeza | **$CM_{II}$ 1** | **$CM_{II}$ 2** | - | **$CM_{II}$ 6** | **$CM_{II}$ 3** | **$CM_{II}$ 4** | | |
| | Pró-ação | **$CM_{III}$ 1** | **$CM_{III}$ 2** | - | **$CM_{III}$ 5** | **$CM_{III}$ 3** | - | - | **$CM_{III}$ 4** |
| | Correção | **$CM_{IV}$ 1** | **$CM_{IV}$ 2** | **$CM_{IV}$ 3** | **$CM_{IV}$ 8** | **$CM_{IV}$ 4** | **$CM_{IV}$ 5** | **$CM_{IV}$ 6** | **$CM_{IV}$ 7** |
| | Substituição | **$CM_V$ 1** | **$CM_V$ 2** | **$CM_V$ 3** | **$CM_V$ 8** | **$CM_V$ 4** | **$CM_V$ 5** | **$CM_V$ 6** | **$CM_V$ 7** |

Após o estudo realizado e tendo sido estabelecido no Quadro 46 (Ponto 5.5, Capítulo 5) o Grau de importância relacionando a importância de cada operação de manutenção para garantir cada uma das exigências funcionais, de um modo geral, para o EFM- Cobertura, entendeu-se ser relevante equacionar o estabelecimento de um Grau de importância adaptado ao caso de estudo.

Tendo em consideração os componentes estabelecidos para a cobertura inclinada de telha cerâmica, o Quadro 49 estabelece uma correlação entre o grau de importância das operações de manutenção e os componentes do EFM objeto de estudo.

Quadro 49 – Quadro síntese da correlação entre os componentes do EFM

| Quadro síntese da correlação entre os componentes do EFM | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grau de Importância<br>Pouco Importante **–**<br>Importante **O**<br>Muito Importante ● | | Componentes do EFM - Cobertura | | | | | | | |
| | | Revestimento | Estrutura de Suporte | Isolamento Térmico | Sistema de Remates | Sistema de Drenagem | Sistema de Ventilação | Chaminé | Claraboia |
| Operações de manutenção | Inspeção | ● | **O** | **O** | **O** | **O** | **O** | ● | ● |
| | Limpeza | **O** | **–** | - | **O** | **O** | **–** | | **–** |
| | Pró-ação | **O** | **O** | - | **O** | **O** | - | - | **O** |
| | Correção | ● | **O** | **O** | **O** | ● | **O** | **O** | **O** |
| | Substituição | **O** | **O** | **O** | **O** | ● | **O** | **O** | **O** |

Através da observação do Quadro 49 pode-se constatar que, no geral, as operações de manutenção a implementar nos componentes Revestimento e Sistema de drenagem são alvo de maior importância, ou seja, para estes componentes a implementação das operações de manutenção é mais relevante e eficaz para garantir um correto desempenho dos mesmos.

Por fim foi realizada uma breve análise dos custos envolvidos na execução das operações de manutenção para cada um dos componentes da cobertura inclinada com telha cerâmica. Os custos foram apresentados em €/m2 e estimados para um período de 50 anos. De forma a permitir uma análise coerente, teve-se em consideração os seguintes tempos médios entre intervenções (TMI):

- Inspeção: foram considerados os TMI propostos nas fichas de inspeção;
- Limpeza: foram considerados os TMI propostos nas fichas de limpeza;
- Pró-ação: foram considerados TMI de 2 em 2 anos para os componentes do revestimento, sistemas de remate e claraboia, e de 5 em 5 anos para os restantes componentes da cobertura;
- Correção: não foram considerados os custos desta operação de manutenção devido à incerteza do momento sua intervenção;
- Substituição: foram considerados os TMI propostos nas fichas de substituição, baseados na vida útil dos componentes;

Pela observação da Figura 58, podemos concluir que ao fim de 50 anos, os custos de manutenção por metro quadrado associados aos vários componentes de uma cobertura inclinada em telha cerâmica variam consideravelmente. Salientam-se os custos associados aos Elementos emergentes – Sistema de Ventilação e Clarabóia que correspondem ao custo mais elevado dos componentes da cobertura, enquanto que os custo mais baixo corresponde ao componente Isolamento Térmico.

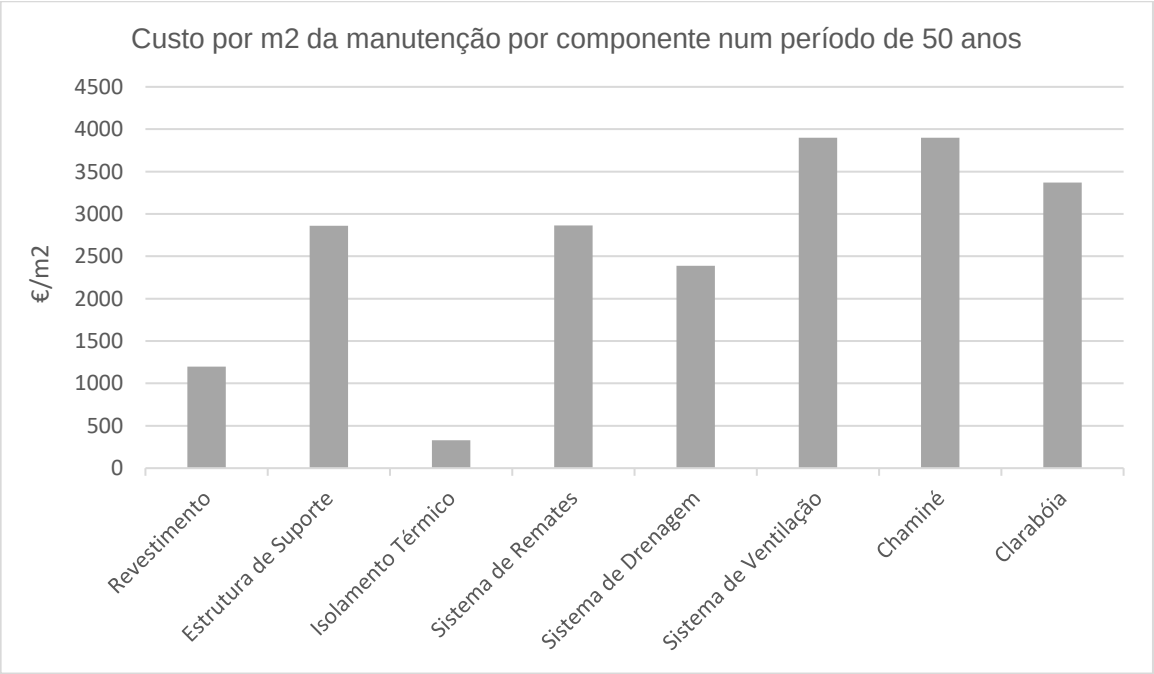



Figura 58 – Custo por m2 da manutenção de cada um dos componentes da cobertura inclinada em telha cerâmica ao fim de 50 anos

# 7

# CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

## 7.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Portugal a necessidade de manutenção dos edifícios é evidente, dado verificar-se a existência de um parque edificado, algo degradado, que se tem vindo a acentuar ao longo das últimas décadas. A falta de legislação nacional especifica para a implementação da manutenção de edifícios contribui para o estado de degradação verificado. Para tal, demonstra-se ser essencial desenvolver conteúdos baseados em estratégias e políticas de manutenção adequadas, implementadas no decorrer da vida útil, que correspondam tanto aos objetivos e âmbito definidos em projeto como também à satisfação dos utentes.

Neste contexto, analisou-se, ao longo da dissertação, cinco fases essenciais para definir uma eficaz adequação dos conteúdos de manutenção de edifícios às exigências a que estão submetidos. Deste modo, numa fase inicial, caracterizou-se a prática de manutenção em Portugal e o seu enquadramento a nível Europeu. Demonstrou-se que, em Portugal, o setor da manutenção, bem como o setor da construção nova são influenciados essencialmente pela economia e demografia a nível nacional, embora seja influenciado também pela tendência europeia dos setores em causa. Foi possível também caracterizar o parque edificado nacional, através da exposição das necessidades de reparação dos edifícios e a sua progressão ao longo dos últimos anos, verificando-se uma melhoria a nível geral, embora subsistam um elevado número de edifícios com necessidades de reparação.

Posteriormente, efetuou-se uma análise sobre os principais conceitos no âmbito da manutenção de edifícios. Considera-se também muito importante a gestão da manutenção de edifícios, como forma de prolongar a vida útil dos elementos, minimizar os custos com a manutenção e obter a satisfação global dos utentes. De forma a alcançar estes objetivos é preciso adotar estratégias de manutenção que posteriormente são dotadas de um conjunto de ações e procedimentos onde estão englobadas as operações e politicas de manutenção.

Numa terceira fase, realizou-se um enquadramento relativo ao Elemento Fonte de Manutenção – Coberturas, com vista a uma melhor compreensão dos conteúdos para manutenção apresentados posteriormente no decorrer da dissertação. Para tal, procedeu-se a uma análise do estado do conhecimento suportada por recolha bibliográfica considerada relevante para o correto desenvolvimento da dissertação. De uma forma geral, procurou-se sintetizar os principais fatores relacionados com o Elemento Fonte de Manutenção – Coberturas, desde a fase de conceção e como parte integrante dos

edifícios, a tipificação das principais soluções construtivas e as exigências funcionais a que devem corresponder.

Numa quarta fase foram desenvolvidos um conjunto de critérios de avaliação para o Elemento Fonte de Manutenção – Coberturas, com o objetivo de adequar as estratégias e politicas de manutenção face às necessidades exigênciais. O desenvolvimento destes critérios teve como base a consulta de legislação e regulamentação nacional e internacional e focou-se o estudo nas exigências funcionais de segurança, conforto e durabilidade. Foi possível a categorização dos critérios segundo um nível de severidade (associado às condições de desempenho) em ambiente pouco, moderadamente e muito agressivo, e segundo um nível de prioridade na utilização (associado às condições de manutenção) em pouco, moderadamente e muito exigente.

Por último, foi apresentada uma proposta para uma ficha de dados de conteúdo de manutenção tipo ao Elemento Fonte de Manutenção – Cobertura e aplicada a cobertura inclinada revestida com telha cerâmica. Com o intuito de aferir e sistematizar a preconização de ações de inspeção, limpeza, pró-ação, correção e substituição, foi necessário analisar vários estudos realizados sobre as principais anomalias existentes no Elemento Fonte de Manutenção objeto de estudo, as principais causas das anomalias detetadas, a importância relativa das operações de manutenção, a prioridade de intervenção e vida útil dos componentes do EFM. Assim foi possível elaborar um conjunto de procedimentos a executar, como também a definição dos recursos, prioridade de intervenção, entidades responsáveis e custos envolvidos no processo de manutenção.

## 7.2. CONCLUSÕES

Esta dissertação envolve um conjunto de conceitos e ações combinadas e coordenadas entre si, aplicadas ao EFM – Coberturas, com o objetivo de orientar a elaboração de conteúdos de manutenção de edifícios através de uma abordagem das exigências funcionais requeridas.

A manutenção de edifícios, sendo abordada de uma forma habitual com base em anomalias, tem o defeito de se focalizar nessas resoluções, perdendo a necessidade de uma abordagem também sobre as exigências funcionais e comportamentais. A sua implementação destina-se justamente a considerar os aspetos exigênciais (todos eles) como motores da manutenção.

A metodologia aplicada, cuja matriz de correlação inicialmente envolve o critério de severidade (modo de uso e tipo de exposição) e o critério de prioridade na utilização (atitude do utente), foi repensada excluindo-se a quantificação do modo de uso em função da intensidade de utilização, em parte por não ser um aspeto muito relevante para o EFM e porque exigia mais tempo de estudo de investigação.

Neste sentido, entendeu-se ser pertinente desenvolver um conjunto de critérios de avaliação que permitiram constatar que as coberturas estão sujeitas a diferentes severidades e a diferentes atitudes dos utentes em relação à manutenção. Os critérios desenvolvidos tiveram como objetivo comprovar que a manutenção de coberturas (tanto inclinadas como em terraço) não pode ser praticada de igual forma por todo o país.

Devido à inexistência de exigências de desempenho do EFM – Coberturas, foi necessário adaptar as exigências funcionais existentes a uma perspetiva da manutenção, recorrendo-se a uma vasta análise bibliográfica.

Foi atribuído um grau de importância aos critérios desenvolvidos em relação às operações de manutenção Inspeção, Limpeza, Pró-ação, Correção e Substituição, onde se concluiu que as operações

de manutenção - Inspeção, Correção e Substituição relacionadas com as exigências de Conforto, requisito de estanqueidade e as exigências de Durabilidade, requisito de conservação das caraterísticas dos materiais são consideradas mais importantes no âmbito da manutenção de coberturas.

Definidos os critérios de avaliação e sua importância relativa, foi necessário realizar uma proposta de uma ficha de dados de conteúdos tipo para manutenção. Foi escolhido como caso de estudo para a aplicação dos conteúdos de manutenção o EFM – Cobertura e a solução construtiva, cobertura inclinada revestida a telha cerâmica, composta por vários componentes como estrutura de suporte em madeira, isolamento térmico, pontos singulares e elementos emergentes.

As fichas de dados de conteúdos para manutenção foram realizadas para um padrão de eficácia de manutenção *Moderadamente severo – Moderadamente exigente*, devidamente desenvolvido no Capítulo 3 da presente dissertação, o que permitiu elaborar para o EFM e solução construtiva em estudo, um conjunto de fichas de dados de conteúdos de manutenção completo com todas as operações de manutenção devidamente descritas.

A estratégia de manutenção considerada para a elaboração das fichas de dados foi do tipo preventiva, que, dependendo da operação de manutenção e do componente do EFM em estudo, variava entre sistemática ou condicionada.

Após a elaboração das fichas de dados verificou-se que, as operações de Inspeção têm grande importância na garantia de uma correta execução das restantes operações de manutenção. Em relação às estratégias de manutenção adotadas no caso de estudo, para as operações de Inspeção e Limpeza foi adotada uma estratégia de manutenção preventiva sistemática, enquanto que para as operações de Substituição foi adotada uma estratégia de manutenção condicionada e para as operações de Pró-ação e Correção considerou-se ambas as estratégias de manutenção preventiva.

Verificaram-se algumas limitações relativamente à obtenção de dados sobre algumas operações de manutenção em relação aos componentes da cobertura em estudo. Foi o caso das operações de Limpeza e Pró-ação para o componente isolamento térmico, devido à pouca visibilidade e acessibilidade ao mesmo. Verificou-se também a utilização dos mesmos conteúdos de manutenção para dois componentes em relação a uma determinada operação de manutenção, foi o caso da operação de Limpeza em relação aos componentes sistema de ventilação e chaminé.

Outra análise pertinente foi a atribuição do Grau de importância dos diferentes componentes da cobertura em estudo face às operações de manutenção. Concluiu-se, analogamente ao grau de importância das exigências funcionais que as ações de Limpeza, Correção e Substituição constituíam grande importância nos componentes do revestimento e sistema de drenagem.

Em relação à origem da ocorrência de anomalias, devem-se maioritariamente aos erros de execução, aos agentes de degradação e ao modo de uso/manutenção. Já em relação à prioridade da operação, a maioria das anomalias encontrava-se numa situação de prioridade corrente, sendo as situações de prioridade urgente ou imediato menos vulgares.

O tempo médio entre intervenções (TMI) foram adequados em relação ao padrão de eficácia de manutenção para o qual as fichas de dados de conteúdos de manutenção foram realizadas (*Moderadamente severo – Moderadamente exigente*) deduzidos através da consulta de empresas e de estudos e trabalhos realizados na área da manutenção de coberturas.

Os custos das intervenções das operações de manutenção englobam os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos necessários para a sua correta execução.

Em suma, o desenvolvimento de critérios de avaliação demonstrou que a elaboração de fichas de dados de conteúdos de manutenção para o EFM – Coberturas deve ter em conta uma abordagem exigencial. Essa depende tanto do meio onde o EFM – Coberturas se insere como da atitude do utente perante a manutenção, no entanto, um enquadramento legal dos itens propostos seria um importante passo na área da manutenção.

De uma forma geral, consideram-se alcançados todos os objetivos propostos. Após a elaboração desta dissertação, conclui-se que a mesma pode ajudar na divulgação de uma abordagem exigencial na produção de conteúdos de manutenção, em especial, por apresentar uma proposta de procedimentos eficazes e estruturados que permite posteriormente testar a sua validade e aplicabilidade prática.

## 7.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Ao longo do desenvolvimento desta dissertação, foram surgindo alguma ideias que, por falta de tempo, ou de pertinência, não foram devidamente explorados. Deste modo, perspetivam-se eventuais desenvolvimentos tais como:

- A otimização dos critérios de avaliação desenvolvidos tendo como referência base os expostos nesta dissertação;
- A criação de um sistema de atribuição quantitativo de importância dos critérios de avaliação definidos para a melhor definição dos padrões de eficácia de manutenção (Pouco severo – Pouco exigente; Moderadamente severo - Moderadamente exigente; Muito severo – Muito exigente, presentes na matriz de correlação) a considerar no EFM em estudo;
- O desenvolvimento de um critério "intensidade de utilização", de forma a ser conjugado com os critérios de severidade e de prioridade na utilização;
- Aplicação das fichas de dados de conteúdo de manutenção a diferentes soluções construtivas do EFM – Coberturas, visto que na presente dissertação apenas foi aplicada à solução de cobertura inclinada revestida com telha cerâmica;
- Aplicação prática a um conjunto vasto de edifícios representativo de amostra e para os vários EFM;
- A elaboração de um estudo pormenorizado acerca do comportamento higrotérmico de uma cobertura, bem como o desenvolvimento de estudo da ventilação no caso das coberturas revestidas a telha cerâmica;
- A criação de uma base de dados com registo fotográfico das anomalias mais correntes nas coberturas, bem como as principais causas das anomalias e principais medidas corretivas;
- Um estudo acerca da vida útil dos materiais constituintes dos componentes do EFM – Coberturas;
- A pormenorização dos custos das intervenções, ou seja, a quantificação dos custos dos materiais, da mão de obra e dos equipamentos envolvidos;
- Aplicação de modelos de apoio à decisão, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pela gestão dos edifícios a sintetizar a informação necessária para a correta aplicação dos planos de manutenção;

- A execução de uma inspeção preliminar antes da execução de quaisquer operações de manutenção de forma a avaliar o estado do EFM em estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Alves, D. (2012). "*Critérios e Parâmetros revelantes para a execução de um plano de Manutenção*", Dissertação de Mestrado, ISEL.

Arditi, David e Manop Nawakorawit. (1999a). "*Designing Buildings for Maintenance: Designers' Perspective*", Artigo Ciêntifico, *J. Arch. Engrg*.

———. (1999b). "*Issues in Building Maintenance: Property Managers' Perspective*", Artigo Ciêntifico, *J. Arch. Engrg* (4):107.

Barros, P. (2008). "*Processos de Manutenção Técnica de Edificios - Plano de Manutenção*". Dissertação de Mestrado, FEUP.

Brand, S. (1994). *How Buildings Learn: What happens after they`ve built*, Livro, Viking PressS.

Brito, J. de e P. Paulo. (2001). "*Classificação das coberturas inclinadas e respectivos revestimentos"*, Publicação, Lisboa.

Brito, J. de e V. Rato. (2003). "*Exigêncais Funcionais das Coberturas Inclinadas"*, Publicação, Lisboa.

Chamosa, J. B. e J. R. Ortiz. (1984). "*Building pathology in Spain: Statistical approach*", Artigo Ciêntifico, Informes de la Construcion, Espanha, Conselho Superior de Investigações Ciêntificas

Chanter, B. e P. Swallow. (1996). "*Maintenance Organisation in Building Maintenance"*, Artigo Ciêntifico, Londres, Blackwell Science.

Charnes, A. e et al. (1994). "*Data Envelope Analysis - Theory, Methodology and Applications"*, Artigo Ciêntifico, Boston, MA: Kluwer Academic.

Christen, M., G. Girmscheid e H. Wallbaum. (2011). "*Application of industrial maintenance methods on building maintenance*". Comunicação apresentada em ISEC 2011 - 6th International Structural Engineering and Construction Conference: Modern Methods and Advances in Structural Engineering and Construction.

Civil, LNEC - Laboratório Nacional Engenharia. (2002). "*Curso sobre Conservação e Reabilitação de edifícios correntes* ".

Construção, Associação Portuguesa dos Industriais da Cerâmica de. (1998). "*Manual de aplicação de telhas cerâmicas"*, Livro, Coimbra, Associação Portuguesa de Industriais de Cerâmica e Construção.

Corder, Antony S. (1976). "*Maintenance management techniques"*, Artigo Ciêntifico, New York, McGraw-Hill Inc.

Cotts, D. e M. Lee. (1992). "*The Facility Management Handbook"*, Artigo Ciêntifico, New York, AMACOM.

Dann, Nigel, Derek Worthing e Stephen Bond. (1999). "*Conservation maintenance management - establishing a research agenda*", Artigo Ciêntifico, *Structural Survey* no. 17 (3):143-153.

Ekström, J. , M. Sondén, M. Hägg, B.Å. Johansson, M. Johansson, K. Ågren, H. Gunnarsson e P. Sandin. (2006). "*Underhållsmetoder – Utveckling, Trender och Rekommendationer"*, Artigo Ciêntifico, Suécia

Erdly, J. L. e T. A. Schwartz. (2004). "*Building Facade Maintenance, Repair, and Inspection"*, Artigo Ciêntifico, ASTM International.

Estates, Defence. (2002). "*The Defence Estates: Repair and Preventative Maintenance Guide"*, Artigo Ciêntifico, Sutton Coldfield.

Estatística, INE - Instituto Nacional de. (2011). "*Censos 2011"*.

———. (2013). "*O Parque Habitacional e a sua Reabilitação - Análise e evolução 2001-2011"*.

Euroconstruct, EC -. (2016). "*81ª Conferência do Euroconstruct*".

Feilden, B. e J. Jokilheto. (1993). "*Management Guidelines for World Cultural Heritage"*, Artigo Ciêntifico, Rome, ICCROM.

Fernandes Rocha, Patrícia. (2014). "*A manutenção de edifícios no processo de conceção arquitetónica. Modelo de apoio à decisão*.", Tese de Doutoramento, Porto, FEUP.

Fernandes Rocha, Patrícia e Rui Calejo Rodrigues. (2016). "*Maintenance as a Guarantee for Roofing Performance in Buildings with Heritage Value*", Artigo Ciêntifico, Porto, *Buildings* no. 6 (2):15.

Flanagan, R. (1989). "*Life Cycle Costing: Theory and Practice"*, Livro, BSP Professional Books.

Flores-Colen, I. (2009). "*Methodology of evaluation of the in-service performance of rendered façades from the predictive maintenance perspective*". Tese de Doutoramento, Lisboa, IST.

Flores-Colen, I. e J. de Brito. (2001). "*Manutenção de Edifícios Correntes - Estado Actual do Conhecimento*", Artigo Ciêntifico, *CONSTRUÇÃO 2001*.

Flores-Colen, I. e J. de Brito. (2006). "*Plan of inspection and maintenance of a school building - a case study*". Comunicação apresentada em QIC 2006 - National Meeting on Quality and Innovation in Construction, em LNEC, Lisboa, Portugal.

Flores-Colen, Inês. (2002). "*Estratégias de manutenção - elementos da envolvente de edifícios correntes*", Dissertação de Mestrado, Lisboa, IST

———. (2003). "*Plans of proactive maintenance in recent buildings*". Comunicação apresentada em Conf. on Conservation and Rehabilitation of Buildings, em LNEC, Lisbon, Portugal.

Flores-Colen, Inês e Jorge de Brito. (2010). "*A systematic approach for maintenance budgeting of buildings façades based on predictive and preventive strategies*", Artigo Ciêntifico, *Construction and Building Materials* no. 24 (9):1718-1729.

Freitas, V., J. de Brito e I. Flores-Colen. (2010). "*Discussion of Criteria for Prioritization of Predictive Maintenance of Building Façades: Survey of 30 Experts*", Artigo Ciêntifico, *Journal of Performance of Constructed Facilities* no. 24 (4).

Freitas, V., Henriques Dulce Franco, F. S. Pinho Fernando, Brito Jorge de, Silva Maria João Falcão da, Moura Rita, Pinto Alexandre, Simões Ana, Batista André, A. Miranda, António Gil Machado, Coelho António Leça, Tadeu António, Pinto Armando, Santos Carlos Pina dos, C. Ferreira, Cardoso Cristina, Dinis Isidoro Rodrigues, Salvado Filipa, Almeida Inácio Fialho de, Flores-Colen Inês, Almeida Joana, Rodrigues Joana, Pedro João Branco, Hormigo João, Cardoso Joaquim, J. Santos, Silvestre José, Saraiva Luís, Pinheiro Manuel Duarte, Mun Mary, Domingues Odete, Faria Paulina, B. Lourenço Paulo, Lobo Paulo, Sá Paulo, Ministro Pedro, Guimarães Ricardo, Bento Rita, Fragoso Rui, Duarte Teresa, Campos Vitor e Reis Vitor. (2015). "*Caderno de Síntese Tecnológica ¿ Reabilitação de Edifícios: Reflexão sobre a estratégia para a Reabilitação em Portugal"*, Lisboa.

Gomes, R. J. (1971). "*Exigêncas funcionais das habitações e modo da sua satisfação"*, Publicação, Lisboa.

Hackman Hon Yin, Lee e David Scott. (2008). "*Overview of maintenance strategy, acceptable maintenance standard and resources from a building maintenance operation perspective*", Artigo Ciêntifico, *Journal of Building Appraisal* no. 4 (4):269-278.

Hallberg, Daniel. (2009). "*System for preditive life cycle management of buildings and infrastructures*". Tese de Doutoramento, University of Gavle.

Horner, R. M. W., M. A. El-Haram e A. K. Munns. (1997). "*Building maintenance strategy: a new management approach*", Artigo Ciêntifico, *Journal of Quality in Maintenance Engineering* no. 3 (4):273-280.

Institution, BSI - British Standards. (1984). "*BS 3811"*. UK.

———. (1986). "*BS 8210"*. UK.

Kerr, James Semple. (2013). "*A Guide to the Preparation of Conservation Plans for Places of European Cultural Significance"*, Livro, Austrália, Icosmos.

Korka, J. W., A. A. Oloufa e H. R. Thomas. (1997). "*Facilities computerized maintenance management systems*", Artigo Ciêntifico, *Journal of Architectural Engineering* no. 3 (3):118-123.

Lee, R. e P. Wordsworth. (2001). "*Lee`s building maintenance management"*, Livro, London, Blackwell Publishing.

Leite, C. (2009). "*Estrutura de um Plano de Manutenção de Edifícios Habitacionais*". Dissertação de Mestrado, Porto, FEUP.

Lopes, Jorge M. Grandão. (1994a). "*Revestimentos de impermeabilização de coberturas em terraço. Informação Técnica ITE 34"*. Lisboa, LNEC.

Lopes, Jorge M. Grandão (1994b). "*Anomalias em impermeabilizações de coberturas em terraço. Informação Técnica ITE 33"*. Lisboa, LNEC.

Marques, S. (2009). "*Manutenção Industrial e Custo Ciclo de Vida - Extração Oleaginosas*". Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial, Universidade Nova de Lisboa.

Mascarenhas, Jorge. (2006). "*Sistemas de construção : descrição ilustrada e detalhada de processos construtivos utilizados correntemente em Portugal"*, Livro, Vol. Vol VI- coberturas inclinadas (1ª parte), Lisboa, Livros Horizonte.

Mills, E. D. (1980). "*Building maintenance and preservation: a guide for design and management"*, Livro, London, Butterworth Publishers.

Morgado, J. (2012). "*Plano de inspeção e manutenção de coberturas de edificios correntes*". Dissertação de Mestrado, Lisboa, IST.

Moser, Konrad. (1999). "*Towards the Practical Evaluation of Service Life - Illustrative Aplplication of the Probabilistic Approach*". Comunicação apresentada em 8th Conference on Durability of Building Materials & Components, em Vancouver.

Nakajima, S. (1988). "*Introduction to TPM: Total Produtive Maintenance"*, Publicação, Cambridge, MA, Productivity Press.

Normalização, AFNOR - Associação Francesa de. (1994). "*NF X 60 010"*, França.

———. (1997). "*NF P24-351*", França.

Normalização, Organização Internacional de. (2000). "*ISO 15686-1*".

———. (2004). "*ISO 6707-1".*

———. (2011). "*ISO 15686-1".*

Pinto, Débora S. (2013). *"Importância da Pormenorização Construtiva na Reabilitação de Edifícios*", Dissertação de Mestrado, Porto, FEUP.

Qualidade, IPQ - Instituto Português de. (2007). "*NP EN 13306".* Portugal.

Raposo, Tadeu F. (2009). "*Durabilidade da Construção. Estimativa da Vida Útil de Revestimentos de Coberturas Planas*", Dissertação de Mestrado, Porto, FEUP.

Rocha, Pedro T. (2008). "*Anomalias em Coberturas de Terraço e Inclinadas*", Dissertação de Mestrado, Lisboa, IST.

Rodoviária, Autoridade Nacional Segurança. (2013). "*Código da Estrada - Decreto-lei 72/2013".*

Rodrigues, Rui Manuel Gonçalves Calejo. (2001). "*Gestão Edificios - Modelo de Simulação Técnico-económica*", Tese de Doutoramento, Porto, FEUP

———. (2004). "*Manutenção de Edificios*", Apontamentos para o Curso de Mestrado em Reabilitação do Património Edificado, Porto, FEUP.

Serôdio, Paulo e Pedro Paulo. (2010). "*Coberturas em Terraço*", Publicação, Lisboa, IST.

Técnicas, ABNT Associação Brasileira de Normas. (1999). "*NBR 5674"*, Brasil.

Torres, João Veloso da Silva. (2009). "*Manutenção Técnica de Edificios*", Dissertação de Mestrado, Porto, FEUP.

Zavadskas, E., A. Kaklauskas e E. Bejder. (1998). "*Raising the efficiency of the building lifetime with special emphasis on maintenance*", Artigo Ciêntifico, *Facilities* no. 16 (11):334-340.

# ANEXO

## ANEXO A

Abordagem exigencial de conteúdos de manutenção para sistematização da informação de avaliação dos padrões de eficácia da manutenção de um determinado EFM.

**Fichas de estruturação de informação de dados** para o **EFM – Coberturas. Cobertura inclinada revestida a telha cerâmica**.

**Padrão de Eficácia βii (Moderadamente severo – Moderadamente exigente)**

| EFICÁCIA DA MANUTENÇÃO | **βii (moderadamente severo-moderadamente exigente)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **EFM e componentes** | **COBERTURAS INCLINADAS** | **Revestimentos** | **Estrutura de Suporte** | **Isolamento Térmico** | **PontosSingulares/** Sistemas de remate | **Elementos Emergentes** Sistema de dreangem, Sistema de ventilação, chaminé**,** claraboia |
| **Tipo de componentes e materiais** | Revestimento**: telha cerâmica;**<br>Estrutura de suporte: descontínua em **madeira**, estrutura príncipal formada por **asnas e travamento**, estrutura secundária formada por **vara e ripa;**<br>Isolamento térmico**:** sob a forma de **forro,** localizado entre a estrutura de suporte e revestimento;<br>Pontos Singulares/Sistemas de remate: remates em **tubagens emergentes**, remates em **cumeeiras**, remates no **rincão**, remates no **laró**, remates nas **paredes emergentes**, remates no **beiral**, remates nas **juntas de dilatação,** elementos de fixação**: ganchos, parafusos e outras peças metálicas;**<br>Elementos Emergentes: Sistema de drenagem**: tubos de queda** e **caleiras metálicas**; Sistema de ventilação: **condutas de ventilação; Chaminé em alvenaria; Claraboia em caixilharia de aluminio.** | | | | | |
| **Caracteristicas específicas do EFM** | Forma da cobertura: **regular de 4 águas;**<br>Área da cobertura**:__m2;**<br>Inclinação da cobertura:_**%;**<br>Desvão**: não habitável.** | | | | | |
| **Vida útil de referência** | Revestimento em telha cerâmica**: 50 anos;**<br>Estrutura suporte em madeira: **40 anos;**<br>Isolamento térmico: **50 anos**;<br>Sistema de remates: **20 anos**;<br>Sistema de drenagem: **25 anos** (metálico);<br>Elementos emergentes: **35 anos** (metálicos) e **50 anos** (alvenaria);<br>Elementos de fixação: **20 anos**. | | | | | |
| **Normas e regulamentação complementar específica** | **[** Outras normas existentes que se considere adequado consultar **]** | | | | | |
| **Data da conclusão** | **21/06/2017** | | | | | |

| Operações de Manutenção | CONTEÚDOS PARA INSPEÇÃO ($CM_I$) |
|---|---|
| **Instruções gerais** | A execução da operação de inspeção das coberturas **em ambiente moderadamente agressivo** e para **nível de manutenção II** – executada pelo próprio utente ou com recurso a técnico especializado e com necessidade de recurso a produtos específicos para manutenção do elemento e componentes.<br>A inspeção detalhada da cobertura deve detectar fenómenos de pré-patologias, monitorizar **[identificar e registar]** anomalias detetadas em inspeções anteriores, e determinar a sua extensão, gravidade e respetivas causas. |
| **Componentes** | **Revestimentos** |
| **$CM_I$ 1** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual e funcional de modo a verificar situações de depósitos de sujidade e resíduos de poluição diversos que possam contribuir para alterações de desempenho e do aspeto visual. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações de sujidades e resíduos:**<br>**1.1** Detetar a presença de poeiras, folhas, animais mortos ou outros objetos e substâncias.<br>recurso a escadote ou grua móvel, pincel e lupa;<br>**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo:**<br>**2.1** Detetar alterações da tonalidade das telhas cerâmicas;<br>**2.2** Detetar a existência de fissurações ou quebra de telhas cerâmicas;<br>**2.3** Detetar a existência de descasque das telhas cerâmicas;<br>**2.4** Detetar o desenvolvimento de vegetação nas telhas cerâmicas;<br>recurso a meio digital de processamento de dados**;**<br>**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**<br>**3.1** Registar alterações de desempenho e do aspeto visual verificados no componente – revestimento;<br>recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica**;**<br>**1.**  **2.**  <br>**3.**  **4.**  <br>(fonte: Rocha (2008))<br>Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes: (1) alterações da tonalidade das telhas cerâmicas; (2) fissurações ou quebra das telhas cerâmicas;(3) descasque da telha cerâmica; (4) desenvolvimento de vegetação nas telhas cerâmicas.<br>**Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Recursos envolvidos** | Observação visual, escadote ou grua móvel, pincel e lupa, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico e invólucro para recolha. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | ● | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Anual | **Entidade responsável** | Utente **(Ut)** | | |
| **Custo das intervenções** | Não aplicável | | | | |

| | |
|---|---|
| **$CM_I$ 2** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual e funcional de modo a verificar situações de mudança de posicionamento, danos ou ausência de telhas. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações de mudança de posicionamento de telhas:**<br>**1.1** Detetar o desalinhamento de telhas;<br>**1.2** Detetar o desprendimento ou deslocamento das telhas;<br>**1.3** Detetar fissuras e irregularidades na superficie das telhas cerâmicas;<br>**1.4** Detetar a ausência de telhas;<br>recurso a escadote ou grua móvel, pincel e lupa;<br>**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo:**<br>**2.1** Detetar a corrência de inflitrações de água nas zonas afetadas pelo deslocamento/ausência de telhas;<br>**2.2** Detetar a existência de defeitos nas fixações das telhas;<br>**2.3** Detetar a sobreposição insuficiente ou excessiva das telhas;<br>**2.4** Detetar a existência de inclinação insuficiente ou excessiva da coberturas;<br>recurso a meio digital de processamento de dados**;**<br>**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**<br>**3.1** Registar alterações de desempenho e do aspeto visual verificados no componente – revestimento;<br>recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica**;**<br>**1.**  **2.**  <br>**3.**  **4.**  |

| | |
|---|---|
| | 4.  4.  <br>(fonte:Rocha (2008), Garcez (2009), Brito (2001))<br>Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes: (1) ocorrência de inflitrações de água nas zonas afetadas pelo deslocamento/ausência de telhas; (2) defeitos nas fixações das telhas; (3) sobreposição insuficiente ou excessiva das telhas; (4) inclinação insuficiente ou excessiva da coberturas.<br>**Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.** |
| **Recursos envolvidos** | Observação visual, escadote ou grua móvel, pincel e lupa, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico e invólucro para recolha. |

| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
|---|---|---|---|---|---|

| **Grau de importancia** | ● | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
|---|---|---|---|---|---|

| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Anual | **Entidade responsável** | Utente **(Ut)** |
|---|---|---|---|
| **Custo das intervenções** | Não aplicável | | |

| **Componentes** | **Estrutura de Suporte** |
|---|---|
| **$CM_I$ 3** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual e funcional do elemento da estrutura principal e secundária a fim de detetar a presença de ataque biológico e podridão da madeira, verificando a existência de orifícios, presença de serrim, bolores e mudança de coloração, entre outros. |
| **Procedimentos** | **1. Observar situações de apodrecimento e de alterações da textura da madeira:**<br>**1.1** Detetar o aparecimento de pequenos orifícios, presença de serrim, canais de terra, manchas de humidade e cheiro a "mofo";<br>**1.2** Detetar áreas vulneráveis na madeira com recurso a X-ato ou canivete verificando se o mesmo penetra a madeira só até cerca de 2 a 3 mm, o que à partida pode ajudar no diagnóstico preventivo, no sentido de não haver podridão. Se penetrar entre 3 a 6 mm pode diagnosticar-se ou falhas no tratamento de proteção ou eventualmente, uma podridão húmida na madeira. Se penetrar mais que 6 mm, é provável poder diagnosticar-se uma podridão húmida na madeira;<br>recurso a X-ato ou canivete, lupa luminosa e pincel<br>O ataque biológico só se verifica se existirem condições favoráveis ao seu desenvolvimento (ambiente, temperatura, ar e humidade).<br>**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo:**<br>**2.1** Detetar a presença de colonização biológica. Os **principais agentes biológicos** são:<br>**Fungos xilófagos [** condições ótimas de humidade para o seu desenvolvimento corresponde a um conteúdo entre 35 a 50%, sendo que a partir de 18% a 20% poderão já encontrar |

condições mínimas para a sua atividade e sobrevivência; Condições ótimas de temperatura entre 23 a 30ºC, mínimo entre 3 a 5º e máximo entre 40 a 43ºC, morrendo a maioria dos fungos quando expostos a temperaturas superiores a 50ºC**];**

**Fungos xilófagos – podridão castanha [** responsáveis pela escavação de galerias mais interiores não sendo detetadas visualmente, com exceção dos casos em que são construídos no exterior do elemento **];**

**Fungos xilófagos – podridão branca [** apresenta uma coloração esbranquiçada pouco uniforme, devido à falta de lenhina, e um aspeto morfológico fibroso, sem resistência mecânica **];**

**Insetos de ciclo de larvar – caruncho** [ ataque associado à produção de serrim, assim como à formação de orificios circulares vísiveis à vista desarmada, e que resultam da saída dos insetos adultos no fim do ciclo larvar **];**

**Insetos sociais – térmitas [** deslocam-se por galerias no solo, por vazios nas paredes, pelo interior de elementos de madeira ou por galerias exteriores fabricadas pelos obreiros, com saliva, excrementos ou partículas de terra ou madeira. Implantam os seus ninhos na própria mandeira **];**

**2.2** Medir os valores e estimar a intensidade dos ataques e distinguir o tipo de inseto xilófago presente na madeira**; 2.2** recolha de amostras de fungos *in-situ* para analise laboratorial:

recurso a lupa luminosa, pincel e X-ato ou canivete**;**

**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**

**3.1** Registar a presença destes fenómenos identificando o tipo de colonização biológica**;** recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica**;**

**1.**  **2.** 

**3.**  **4.** 

(fonte: Fernandes Rocha (2014))

Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes: (1) podridão castanha, (2) podridão branca, (3) caruncho e (4) térmitas.

**Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Recursos envolvidos** | Lupa luminosa, pincel, X-ato ou canivete, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico e invólucro para recolha. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | 1ºano e 5-5 anos | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** |
| **Custo das intervenções** | **Custo da inspeção dos elementos da estrutura de suporte** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 €/m2** |

| **Componentes** | **Estrutura de Suporte** |
|---|---|
| **$CM_I$ 4** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual e funcional do elemento da estrutura principal a fim de verificar o estado da estrutura, as ligações entre as peças da estrutura e as ligações dos apoios estruturais às paredes onde descarregam. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos da estrutura principal:**<br>**1.1** Asnas – constituido por: perna, linha, escora e pendural;<br>**1.2** Travamento – constituido por: frechal, madre, fileira/pau de fileira e diagonal;<br>**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo:**<br>**2.1 Verificar o estado da estrutura**:<br>**2.1.1** Detetar se existem objetos fixos, amarrados ou encostados que não estejam previstos;<br>**2.1.2** Detetar se existem fissuras ou ausência das peças constituintes que possam comprometer a estabilidade e a segurança;<br>**2.1.3** Detetar a existência de deformações ou assentamentos visíveis;<br>recurso a escadote ou grua móvel, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.2 Verificar as ligações entre as peças da estrutura**:<br>**2.2.1** Detetar a existência de parafusos ou outros elementos de fixação em falta;<br>**2.2.2** Detetar fenómenos de corrosão ou oxidação e ausência das peças metálicas;<br>**2.2.3** Detetar a existência de esmagamento ou fendas na madeira;<br>**2.2.4** Detetar a existência de deslocação ou movimento das peças constituintes;<br>recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.3 Verificar as ligações dos apoios estruturais às paredes onde descarregam**:<br>**2.3.1** Detetar a existência de chapas metálicas, parafusos ou outros elementos de ficação em falta;<br>**2.3.2** Detetar fenómenos de corrosão ou oxidação e ausência das peças metálicas;<br>**2.3.3** Detetar a existência de assentamentos dos apoios estruturais.<br>**2.3.4** Detetar a existência de esmagamento ou fendas na madeira;<br>recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados<br>**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**<br>**3.1** Registar a presença das eventuais anomalias descritas no ponto **2**;<br>recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica**;** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1.  2.  3.  <br>(fonte:http://activerain.com/blogsview/2781328/right-in-front-of-me; http://bcistructural.com/?page_id=128; http://www.stmarygv.org/images/RoofDamage/)<br>Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes: (1) fissuras nas asnas, (2) desagregação das ligações entre as peças da estrutura, (3) assentamento do apoio estrutural.<br>**Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.** | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Escadote ou grua móvel,, pincel, lupa, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | 1ºano e 5-5 anos | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da inspeção dos elementos da estrutura de suporte** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 €/m2** | | |

| **Componentes** | **Estrutura de Suporte** |
|---|---|
| **$CM_I$ 5** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual e funcional do elemento da estrutura secundária a fim de verificar o estado da estrutura, as ligações entre as peças da estrutura e as ligações dos apoios estruturais às paredes onde descarregam. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos da estrutura secundária:**<br>**1.1** Varas;<br>**1.2** Ripas;<br>**1.3** Peça metálica da cumeeira; |

**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo:**

**2.1 Verificar o estado da estrutura**:

**2.1.1** Detetar se existem objetos fixos, amarrados ou encostados que não estejam previstos;

**2.1.2** Detetar a existência de fissuras ou ausência das peças constituintes que possam comprometer a estabilidade e a segurança;

**2.1.3** Detetar a existência de deformações ou assentamentos visíveis;

recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;

**2.2 Verificar as ligações entre as peças da estrutura**:

**2.2.1** Detetar a existência de parafusos ou outros elementos de fixação em falta;

**2.2.2** Detetar fenómenos de corrosão ou oxidação e ausência das peças metálicas;

**2.2.3** Detetar a existência de escorrência ou aumento de volume motivado pela corrosão ou oxidação das peças metálicas;

**2.2.4** Detetar a existência de esmagamento ou fendas na madeira;

**2.2.5** Detetar a existência de deslocação ou movimento das peças constituintes;

recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;

**2.3 Verificar a peça metálica da cumeeira**:

**2.3.1** Detetar se o elemento, e as suas fixações, apresentam fenómenos de corrosão ou oxidação, amolgadelas ou algum tipo de deformação;

recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;

**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**

**3.1** Registar a presença das evetuais anomalias descritas no ponto **2**;

recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica**;**

**1.**  **2.** 

(fonte:https://diy.stackexchange.com/questions/90668/fixing-at-least-temporarily-roof-damaged-wooden-beam-rafter-in-an-outbuildi; http://www.saundersseismic.com/services/roof-condensation-repairs.php)

Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes: (1) fissuras e quebra do ripado, (2) corrosão de elementos metálicos.

**Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Recursos envolvidos** | Escadote ou grua móvel, pincel, lupa, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | 1ºano e 5-5 anos | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da inspeção dos elementos da estrutura de suporte** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 €/m2** | | |

| **Componentes** | **Estrutura de Suporte** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **$CM_I$ 6** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual de modo a verificar situações persistentes de humidade. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar a presença de manchas de humidade e possiveis infiltrações nos elementos da estrutura principal (asnas e travamento) e secundária (varas e ripas):**<br>**1.1** Detetar pequenas fissuras nos elementos expostos ao exterior;<br>**1.3** Detetar empenos da madeira constituinte dos elementos da estrutura de suporte;<br>Recurso a escadote ou grua móvel,, lupa;<br>**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo:**<br>**2.1** Detetar a ocorrência de condensações na madeira – presença de vapor de água:<br>recurso a ensaio de medição da temperatura (superficial e ambiente) e humidade (em profundidade) com termohigrómetro digital;<br>**2.1.1** Repetição da medição em diferentes pontos da estrutura de suporte e/ou do ambiente circundante;<br>**2.2** Detetar deformações na madeira, verificando-se distorções, retrações, empenos, dilatações dos elementos constituintes da estrutura de suporte, e cujas consequências a registar são: perda conforto/durabilidade dos materiais e alterações no aspeto estético;<br>recurso a ensaio de medição de fissuras – lupa e régua de fissuras; meio digital de processamento de dados;<br>**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**<br>**3.1** Registar a presença das evetuais anomalias descritas no ponto **2**;<br>recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica**;**<br>**1.**  **2.**  <br>(fonte:http://www.rotdoctor.com/house/Hindoor.html; http://www.perthpropertyinspections.com.au/Pre-Purchase-Building-Inspections-Perth-Blog-Chemical-Delignification)<br>Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes: (1) presença de manchas de humidade , (2) deteorização da estrutura secundária devido à conjugação da humidade com substâncias químicas.<br>**Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.** | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Escadote ou grua móvel,, lupa, régua de fissuras, termohigrómetro digital, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | 1º ano e 5 -5 anos | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Custo das intervenções** | **Custo da inspeção dos elementos da estrutura de suporte** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 €/m2** |

| **Componentes** | **Isolamento Térmico** |
|---|---|
| **$CM_I$ 7** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual de modo a verificar o estado e a envolvente do isolamento térmico. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações para o elemento camada de isolamento térmico localizado sob o revestimento e sobre a estrutura de suporte:**<br>**1.1** Estado do isolamento térmico;<br>**1.2** Estado da envolvente do isolamento térmico;<br>**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo:**<br>**2.1 Estado do isolamento térmico:**<br>**2.1.1** Detetar a existência de fissuras, roturas ou desprendimentos da camada de isolamento térmico;<br>**2.1.2** Detetar a existência de humidades e manchas na camada de isolamento térmico;<br>**2.1.3** Detetar a existência de materiais ou objetos colocados sobre o isolamento;<br>recurso a ensaio de medição de fissuras – lupa e régua de fissuras; recurso a escadote, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.2 Estado da envolvente so isolamento térmico:**<br>**2.2.1** Detetar fenómenos de humidade ou ataque biológico nos elementos de madeira que fazem fronteira com a camada de isolamento térmico;<br>recurso a escadote ou grua móvel, , pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**<br>**3.1** Registar a presença das evetuais anomalias descritas no ponto **2**;<br>recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica**;**<br>**1.**  **2.**  <br>(fonte:http://sheltonhomeinspections.com/limited-inspection/3772281; http://verminators.com.au/rodentdamage/)<br>Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes: (1) desprendimento da camada de isolamento térmico devido à presença de humidade, (2) deteorização da camada de isolamento térmico devido à infestação de ratos.<br>**Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.** |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou grua móvel, pincel, lupa, régua de fissuras, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica. |

| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | 1º ano e 5-5 anos | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da inspeção dos elementos do isolamento térmico** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 €/m2** | | |

| **Componentes** | **Sistema de remates** |
|---|---|
| **$CM_i$ 12** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual de modo a detetar a existência de anomalias nos vários tipos de remate existentes na cobertura. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações para os elementos constituintes do sistema de remates:**<br>**1.1** Remates em tubagens emergentes;<br>**1.2** Remates em cumeeiras e rincão;<br>**1.3** Remates no laró;<br>**1.4** Remates em paredes emergentes;<br>**1.5** Remates no beiral;<br>**1.6** Remates nas juntas de dilatação;<br>**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo:**<br>**2.1 Remates em tubagens emergentes:**<br>**2.1.1** Detetar a execução de remates com materiais inadequados;<br>**2.1.2** Detetar a inexistência de rufos na ligação entre o revestimento e as tubagens emergentes executadas com argamassa ou por colagem de telas asfálticas;<br>**2.1.3** Detetar a corrosão e degradação dos elementos metálicos de remate;<br>recurso a lupa, recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.2 Remates em cumeeiras e rincão:**<br>**2.2.1** Detetar a aplicação de quantidades excessivas de argamassa na cumeeira e rincão;<br>**2.2.2** Detetar a aplicação incorreta das telhas de cumeeira e rincão;<br>**2.2.3** Detetar fenómenos de humidade ou ataque biológico nas telhas de cumeeira e rincão;<br>recurso a ensaio de medição de fissuras – lupa e régua de fissuras; recurso a escadote, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.3 Remates no laró**:<br>**2.3.1** Detetar o desenvolvimento de corrosão nos rufos metálicos que constituem os larós;<br>**2.3.2** Detetar fenómenos de humidade ou ataque biológico nos larós;<br>**2.3.3** Detetar o isuficiente recobrimento dos rufos metálicos que constituem os larós originando infiltrações das águas da chuva;<br>recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.4 Remates em paredes emergentes:**<br>**2.4.1** Detetar a utilização de telas asfálticas no remate com parede emergente paralela à pendente da cobertura;<br>**2.4.2** Detetar a inexistência de rufo metálico no remate com parede transversal emergente;<br>recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.5 Remates no beiral e beirado:**<br>**2.5.1** Detetar a não linearidade e o encaixe deficiente das telhas dos beirais e beirado;<br>**2.5.2** Detetar a falta de inclinação das telhas dos beirais e beirado; |

**2.5.3** Detetar a não sobreposição das telhas de beiral 7 a 8 cm em relação à caleira;
recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;

**2.6 Remates nas juntas de dilatação:**

**2.6.1** Detetar a perfuração ou rasgos no vendante;

**2.6.2** Detetar o deslocamento ou retração do vedante;

**2.6.3** Detetar fenómenos de humidade ou ataque biológico na junta de dilatação;
recurso a escadote ou grua móvel, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;

**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**

**3.1** Registar a presença das evetuais anomalias descritas no ponto **2**;
recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica**;**

1. 
2. 
3. 

(fonte: Rocha (2008), Construção (1998))

Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes: (1) aplicação de quantidades excessivas de argamassa na cumeeira,(2) execução de remate sem materiais adequados, (3) remates no laró incorretamente executados.

**Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou grua móvel, , pincel, lupa, régua de fissuras, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP** **Erros de projeto** | **OC ErEX** **Erros de execução** | **OC AgdD** **Agentes de degradação** | **OC Mu Man** **Modo de uso/manutenção** | **OC Out** **Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Anual | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da inspeção dos elementos dos sistemas de remate** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 €/m2** | | |

| **Componentes** | **Sistema de Drenagem** |
|---|---|
| **$CM_I$ 8** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual de modo a verificar o estado dos materiais e o posicionamento dos elementos de drenagem. |

| | |
|---|---|
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações para os elementos de drenagem:**<br>**1.1** Caleiras;<br>**1.2** Gárgulas;<br>**1.3** Tubos de queda;<br>**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo:**<br>**2.1 Estado do material:**<br>**2.1.1** Detetar a existência de amolgadelas, fissuras ou pontos de rotura nos elementos de drenagem;<br>**2.1.2** Detetar a acumulação de detritos e/ou outras substâncias que contribuam para a obstrução dos elementos de drenagem;<br>**2.1.3** Detetar a existência de corrosão de elementos metálicos que contribuam para a rotura dos elementos de drenagem;<br>**2.1.4** Detetar a formação de bolores ou humidades no interior ou exterior dos elementos de drenagem que possam contribuir para a rotura dos mesmos;<br>**2.1.5** Detetar a formação de vegetação no interior dos elementos de drenagem;<br>**2.1.6** Detetar a mudança de tonalidade dos elementos de drenagem que evidencie a sua deteorização;<br>Recurso a ensaio de medição de fissuras – lupa e régua de fissuras; recurso a escadote, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.2 Posicionamento dos elementos de drenagem:**<br>**2.2.1** Detetar um posicionamento incorreto das caleiras para a receção das águas escoadas pelo revestimento;<br>**2.2.2** Detetar uma inclinação incorreta das caleiras [inclinação favorável entre 5 a 10mm/m];<br>recurso a escadote ou grua móvel, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**<br>**3.1** Registar a presença das eventuais anomalias descritas no ponto **2**;<br>recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica**;**<br>**1.**  **2.**  <br>**3.**  <br>(fonte:http://www.stipepainting.com/single-post/2014/09/12/Clean-Gutters-Are-An-Ounce-Of-Protection; http://www.gutter.ie/gutter-cleaning/;http://www.livinginsantiago.com/how-often-should-you-replace-your-gutters/)<br>Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes: (1) desprendimento da caleira, (2) acumulação de detritos e formação de vegetação na caleira, (3) corrosão da caleira. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.** | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou grua móvel, pincel, lupa, régua de fissuras, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Anual | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da inspeção do sistema de drenagem** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 €/m2** | | |

| **Componentes** | **Sistema de ventilação** |
|---|---|
| **$CM_i$ 9** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual de modo a verificar o estado dos materiais, posicionamento e estanqueidade dos elementos de ventilação. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações para os elementos de ventilação:**<br>**1.1** Condutas verticais emergentes;<br>**1.2** Impermeabilização;<br>**1.3** Rufo metálico;<br>**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo:**<br>**2.1 Estado do material:**<br>**2.1.1** Detetar a existência de amolgadelas, fissuras ou pontos de rotura nas condutas verticais emergentes e no rufo metálico;<br>**2.2.2** Detetar a acumulação de detritos e/ou outras substâncias que contribuam para a obstrução das condutas verticais emergentes;<br>**2.2.3** Detetar a ausência de chapéu na extremidade conduta de modo a impedir a entrada de detritos e/ou outras substâncias;<br>**2.1.4** Detetar fenómenos de corrosão ou oxidação nas condutas verticais emergentes e no rufo metálico;<br>**2.1.5** Detetar a existência de rasgos ou perfuração nos elementos de impermeabilização;<br>**2.1.6** Detetar a retração ou deslocamento do material de impermeabilização;<br>**2.1.7** Detetar alterações de cor, manchas de escorrência ou manchas de humidade do material de impermeabilização;<br>recurso a ensaio de medição de fissuras – lupa e régua de fissuras; recurso a escadote, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.2 Posicionamento dos elementos de ventilação**:<br>**2.2.1** Detetar a ligação incorreta das condutas verticais emergentes ao interior do edifcio;<br>**2.2.2** Detetar a falta de perpendicularidade das condutas verticais emergentes relativamente à horizontal;<br>**2.2.3** Detetar a falta de impermeabilização na área da base da conduta vertical emergente;<br>**2.2.4** Detetar a falta de impermeabilização sobre o rufo que se situa na traseira da conduta vertical emergente; |

| | |
|---|---|
| | recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.3 Estanqueidade dos elementos de ventilação:**<br>**2.3.1** Detetar a existência de fixações soltas ou ausentes do rufo metálico;<br>**2.3.2** Detetar alterações de cor, variações de volume, perdsa de aderência ou formação de bolhas do mastique aplicado no rufo metálico;<br>recurso a escadote ou grua móvel, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**<br>**3.1** Registar a presença das evetuais anomalias descritas no ponto **2**;<br>recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica**;**<br>**1.**  **2.**  **3.**  <br>(fonte:http://covenantroofingusa.com/roofing-residential/; https://www.punctualplumberhouston.com/plumbing-blog/toilet-keeps-clogging/; https://www.handymanhowto.com/how-to-fix-a-leaky-gas-flue-roof-vent-part-2/)<br>Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes: (1) ponto rotura na base da conduta vertical emergente; (2) ausência de chapéu para evitar entrada detritos/outras substâncias, (3) corrosão da conduta vertical emergente.<br>**Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.** |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa, régua de fissuras, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP**<br>**Erros de projeto** | **OC ErEX**<br>**Erros de execução** | **OC AgdD**<br>**Agentes de degradação** | **OC Mu Man**<br>**Modo de uso/manutenção** | **OC Out**<br>**Outras** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Semestral | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Custo das intervenções** | **Custo da inspeção dos elementos do sistema de ventilação** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 €/m2** |

| **Componentes** | **Elementos emergentes - Chaminé** |
|---|---|
| **$CM_I$ 10** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual de modo a verificar o estado do revestimento, elemento, material, posicionamento e estanqueidade dos elementos constituintes da chaminé. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações para os elementos constituintes da chaminé:**<br>**1.1** Corpo chaminé;<br>**1.2** Impermeabilização;<br>**1.3** Rufo metálico;<br>**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo.**<br>**2.1 Estado do revestimento:** |

| | |
|---|---|
| | **2.1.1** Detetar empolamentos, destacamentos ou formação de bolhas;<br>**2.1.2** Detetar mudanças de tonalidade que evidenciem a deteorização ou desenvolvimento de fenómenos biológicos;<br>recurso a lupa, a escadote ou grua móvel, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.2 Estado do elemento;**<br>**2.2.1** Detetar a existência de objetos fixos, amarrados ou encostados ao corpo da chaminé ou ao rufo metálico;<br>**2.2.2** Detetar a existência de fissuras, deformações ou assentamentos no corpo da chaminé ou no rufo metálico;<br>**2.2.3** Detetar perdas de material ou sinais de pancadas que marquem ou trinquem a superficie;<br>**2.2.4** Detetar a acumulação de detritos e/ou outras substâncias que contribuam para a obstrução das condutas verticais emergentes;<br>**2.2.5** Detetar a existência de escorrências no corpo da chaminé ou no rufo metálico;<br>**2.2.6** Detetar fenómenos de corrosão ou oxidação nos elementos metálicos;<br>recurso a ensaio de medição de fissuras – lupa e régua de fissuras; recurso a escadote, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.3 Estado do material:**<br>**2.3.1** Detetar a existência de perfurações ou rasgos no material de impermeabilização;<br>**2.3.2** Detetar deslocamentos ou retração do material de impermeabilização;<br>**2.3.3** Detetar a existência de manchas de humidade, alteração da cor ou manchas de escorrências do material de impermeabilização;<br>recurso a escadote ou grua móvel, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.4 Posicionamento dos elementos constituintes da chaminé:**<br>**2.4.1** Detetar o não cobrimento da impermeabilização sobre a telha de beirado e em torno da chaminé até à sua saliência;<br>**2.4.2** Detetar a interrupção das camadas de impermeabilização zonas em torno da chaminé;<br>recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**2.5 Estanqueidade dos elementos constituintes da chaminé:**<br>**2.5.1** Detetar a existência de fixações soltas ou ausentes do rufo metálico;<br>**2.5.2** Detetar alterações de cor, variação de volume, perda de aderência ou formação de bolhas do mastique aplicado no rufo metálico;<br>recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;<br>**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**<br>**3.1** Registar a presença das evetuais anomalias descritas no ponto **2**;<br>recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica**;** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1.  2.  3.  (fonte:https://byronroofing.com/roof-problems/; http://www.nashvillechimneysweep.net/chimney_flashing; http://nomoreleaks.net/2009/09/24/get-rid-of-chimney-problems-forever/) Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes(1)retração e descolamento do material impermeabilizante; (2) corrosão e oxidação do rufo metálico; (3) desagregação dos materiais que constituem a chaminé. **Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.** | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou grua móvel, pincel, lupa, régua de fissuras, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP** **Erros de projeto** | **OC ErEX** **Erros de execução** | **OC AgdD** **Agentes de degradação** | **OC Mu Man** **Modo de uso/manutenção** | **OC Out** **Outras** |
| **Grau de importancia** | ● | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Semestral | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da inspeção dos elementos da chaminé** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 €/m2** | | |

| **Componentes** | **Elementos emergentes –Clarabóia** |
|---|---|
| **$CM_I$ 11** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma inspeção visual de modo a verificar a estanqueidade, integridade, funcionalidade, estado do material e o posicionamento dos elementos constituintes da clarabóia. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações para os elementos constituintes da clarabóia:**<br>**1.1** Caixilho;<br>**1.2** Impermeabilização;<br>**1.3** Ligações; |

**2. Identificar e registar eventuais anomalias decorrentes – registo descritivo:**

**2.1 Integridade:**

**2.1.1** Detetar riscos ou desgaste no revestimento da anodização do caixilho;

**2.1.2** Detetar deformações, furos e outras danos similares no caixilho;

recurso a lupa, recurso a escadote ou grua móvel, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;

**2.2 Estanqueidade:**

**2.2.1** Detetar o descolamento ou desgaste da esponja da aba da de ventilação no caixilho;

**2.2.2** Detetar empolamentos, destacamentos ou presença de manchas de humidade pelo interior do edifício, junto ao caixilho;

**2.2.3** Detetar desgaste ou danos profundos nos vedantes causados pela radiação solar, originando perda de estanqueidade;

recurso a ensaio de medição de fissuras – lupa e régua de fissuras; recurso a escadote, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;

**2.3 Funcionalidade:**

**2.3.1** Ruídos anormais durante o movimento de abertura da claraboia;

**2.3.2** Mobilidade de abertura reduzida devido a anomalias nas molas das ligações;

recurso a escadote ou grua móvel, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;

**2.4 Estado do material:**

**2.4.1** Detetar a existência de perfurações ou rasgos na impermeabilização;

**2.4.2** Detetar o descolamento ou retração da impermeabilização;

**2.4.3** Detetar manchas de humidade, alteração da tonalidade ou manchas de escorrências na impermeabilização;

**2.4.4** Detetar fenómenos de corrosão ou exidação nos elementos metálicos;

recurso a escadote ou grua móvel, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;

**2.5 posicionamento:**

**2.5.1** Detetar a interrupção das camadas de impermeabilização zonas em torno da claraboia;

**2.5.2** Detetar a falta de impermeabilização sob o revestimento nas laterais e zona superior da claraboia e sobre o revestimento na zona inferior da claraboia;

recurso a escadote ou grua móvel,, pincel, lupa e meio digital de processamento de dados;

**3. Registar eventuais anomalias decorrentes - registo fotográfico:**

**3.1** Registar a presença das evetuais anomalias descritas no ponto **2**;

recurso a dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica**;**

**1.**  **2.** 

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **3.**  <br>(fonte:http://www.jaysonglobal.com/roofing/residential-roofing/roof-repair/; http://www.askaroofer.com/why-do-skylights-leak<br>https://www.pinterest.pt/authorityroofin/hail-damage/)<br>Exemplo de registo fotográfico das anomalias decorrentes: (1) corrosão e oxidação do rufo metálico, (2) incorreta impermeabilização, (3) quebra do vidro da clarabóia.<br>**Nota: eventual limpeza para facilitar a inspeção, com recurso a pincel e lupa, e invólucro para recolha.** | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou grua móvel., pincel, lupa, régua de fissuras, meio digital de processamento de dados, dispositivo de registo fotográfico tipo máquina fotográfica. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP**<br>**Erros de projeto** | **OC ErEX**<br>**Erros de execução** | **OC AgdD**<br>**Agentes de degradação** | **OC Mu Man**<br>**Modo de uso/manutenção** | **OC Out**<br>**Outras** |
| **Grau de importancia** | ● | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Anual | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da inspeção dos elementos da claraboia** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 €/m2** | | |

| Operações de Manutenção | CONTEÚDOS PARA LIMPEZA ($CM_{li}$) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Instruções gerais** | A execução da operação de limpeza das coberturas **em ambiente moderadamente agressivo** e para **nível de manutenção II** – com necessidade de recurso a produtos específicos para manutenção do elemento e componentes.<br>A limpeza cuidadosa da cobertura deve permitir obter uma melhoria de desempenho técnico igual ao inicialmente previsto e garantir a limpeza dos vários elementos constituintes. | | | | |
| **Componentes** | **Revestimentos** | | | | |
| **$CM_{li}$ 1** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma limpeza funcional de modo a suprimir as situações de depósitos de sujidade e resíduos de poluição diversos que possam contribuir para alterações de desempenho e do aspeto visual. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do revestimento:**<br>**1.1** Telhas cerâmicas;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de limpeza para os elementos do revestimento referidos em 1.:**<br>**2.1** Presença de poeiras, folhas, animais mortos ou outros objetos e substâncias;<br>**2.2** Alterções de tonalidade das telhas cerâmicas;<br>**2.3** Desenvolvimento de vegetação nas telhas cerâmicas;<br>**3. Identificar as ações de limpeza para os elementos do revestimento referidos em 1.:**<br>**3.1** Limpeza com jato de água sobre pressão (a definir), ar comprimido ou escovagem manual; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a àgua com pressão, vassoura, raspador, escadote ou grua móvel, pincel e escova. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP**<br>**Erros de projeto** | **OC ErEX**<br>**Erros de execução** | **OC AgdD**<br>**Agentes de degradação** | **OC Mu Man**<br>**Modo de uso/manutenção** | **OC Out**<br>**Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Anual | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da limpeza dos elementos do revestimento cerâmico** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **8 €/m2** | | |

| **Componentes** | **Estrutura de Suporte** |
|---|---|
| **$CM_{li}$ 2** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma limpeza funcional de modo a suprimir as situações de depósitos de sujidade e resíduos de poluição diversos que possam contribuir para alterações de desempenho e do aspeto visual. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do estrutura de suporte:**<br>**1.1** Estrutura principal – Asnas e travamento;<br>**1.2** Estrutura secundária – varas, ripas e peça metálica da cumeeira; |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de limpeza para os elementos da estrutura principal referidos em 1.:**<br>**2.1** Presença de poeiras, animais mortos ou outros objetos e substâncias;<br>**2.2** Desenvolvimento de fungos na estrutura de suporte;<br>**3. Identificar as ações de limpeza para os elementos da estrutura de suporte referidos em 1.:**<br>**3.1** Limpeza superficial com aplicação de jato de água, ar comprimido ou escovagem manual; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a jato de água sobre pressão vassoura, raspador, escadote ou grua móvel , pincel, entre outros. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **–** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | 5 em 5 anos | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da limpeza dos elementos da estrutura de suporte** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **5 €/m2** | | |

| **Componentes** | **Sistema de remates** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **$CM_{li}$ 6** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma limpeza funcional de modo a suprimir as situações de depósitos de sujidade e resíduos de poluição diversos que possam contribuir para alterações de desempenho e do aspeto visual. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos constituintes do sistema de remates:**<br>**1.1** Remates em tubagens emergentes;<br>**1.2** Remates em cumeeiras e rincão;<br>**1.3** Remates no laró;<br>**1.4** Remates em paredes emergentes;<br>**1.5** Remates no beiral;<br>**1.6** Remates nas juntas de dilatação;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de limpeza para os elementos do sistema de remates referidos em 1.:**<br>**2.1** Acumulação de detritos, sujidade superficial e vegetação parasitária;<br>**3. Identificar as ações de limpeza para os elementos do sistema de remates referidos em 1.:**<br>**3.1** Limpeza com jato de água sobre pressão (a definir), ar comprimido ou escovagem manual, e cuidado de não usar produtos abrasivos básicos ou alcalinos; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a jato de água sobre pressão, ar comprimido, vassoura, raspador, escadoteou grua móvel , pincel, entre outros. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Anual | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** |
| **Custo das intervenções** | **Custo da limpeza dos elementos dos sistemas de remate** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **8 €/ml** |

| **Componentes** | **Sistema de Drenagem** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **$CM_{li}$ 3** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma limpeza funcional de modo a suprimir as situações de depósitos de sujidade e resíduos de poluição diversos que possam contribuir para alterações de desempenho e do aspeto visual. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do sistema de drenagem:**<br>**1.1** Caleiras;<br>**1.2** Gárgulas;<br>**1.3** Tubos de queda;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de limpeza para os elementos do sistema de drenagem referidos em 1.:**<br>**2.1** Acumulação de detritos e/ou outras substâncias que contribuam para a obstrução dos elementos de drenagem;<br>**2.2** Corrosão de elementos metálicos;<br>**3. Identificar as ações de limpeza para os elementos do do sistema de drenagem referidos em 1.:**<br>**3.1** Limpeza com água corrente e um solvente neutro ou escovagem natural;<br>**3.2** Limpeza através da lixiviação, vapor de água ou água quente a presssão e produtos tensioativos; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a jato deágua sobre pressão, vassoura, raspador, escadote ou grua móvel, pincel, entre outros. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Semestral | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da limpeza dos elementos do sistema de drenagem** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **5 € /ml** | | |

| **Componentes** | **Sistema de Ventilação** | **Elementos emergentes - Chaminé** |
|---|---|---|
| **$CM_{li}$ 4** | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática | |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma limpeza funcional de modo a suprimir as situações de depósitos de sujidade e resíduos de poluição diversos que possam contribuir para alterações de desempenho e do aspeto visual. | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do sistema de ventilação e da chaminé:**<br>**1.1** Condutas veticais emergentes;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de limpeza para os elementos do sistema de ventilação e da chaminé referidos em 1.:**<br>**2.1** Acumulação de detritos e/ou outras substâncias que contribuam para a obstrução das condutas verticais emergentes;<br>**3. Identificar as ações de limpeza para os elementos do sistema de ventilação e da chaminé referidos em 1.:**<br>**3.1** Desobstrução dos pontos de ventilação através escovagem manual ou com auxilio de pressão de água ou ar comprimido; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a jato de água sobre pressão, ar comprimido, vassoura, raspador, escadote ou grua móvel , pincel, entre outros. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **—** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Semestral | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da limpeza dos elementos do sistema de ventilação ou da chaminé** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **8 €/ml** | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Componentes** | **Elementos emergentes - Clarabóia** | | | | |
| **$CM_{ii}$ 5** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma limpeza funcional de modo a suprimir as situações de depósitos de sujidade e resíduos de poluição diversos que possam contribuir para alterações de desempenho e do aspeto visual. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos da clarabóia:**<br>**1.1** Caixilho;<br>**1.2** Ligações;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de limpeza para os elementos da clarabóia referidos em 1.:**<br>**2.1** Acumulação de detritos e/ou outras substâncias na superficie do caixilho e nas calhas e orificios de drenagem que contribuam para a incorreto funcionamento do caixilho;<br>**3. Identificar as ações de limpeza para os elementos da clarabóia referidos em 1.:**<br>**3.1** Limpeza superficial e inteiror com recurso a produtos compativeis com os materiais do caixilho; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a jato de água sobre pressão, ar comprimido, vassoura, raspador, escadote ou grua móvel, pincel, entre outros. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **—** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Semestral | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** |
| **Custo das intervenções** | **Custo da limpeza dos elementos da claraboia** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **5 €/m2** |

| Operações de Manutenção | CONTEÚDOS DE PRÓ-AÇÃO ($CM_{iii}$) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Instruções gerais** | A execução da operação de pró-ação das coberturas **em ambiente moderadamente agressivo** e para **nível de manutenção II** –com necessidade de recurso a produtos específicos para manutenção do elemento e componentes.<br>As medidas de pró-ação tem como objetivo obter indicadores do funcionamento dos diversos elementos da cobertura e garantir o seu correto funcionamento. | | | | |
| **Componentes** | **Revestimentos** | | | | |
| **$CM_{iii}$ 1** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder a um conjunto de ações cujo objetivo principal é a prevenção de ocorrência de anomalias nos revestimentos. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do revestimento:**<br>**1.1** Telhas cerâmicas;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de pró-ação para os elementos do revestimento referidos em 1.:**<br>**2.1** Presença de poeiras, folhas, animais mortos ou outros objetos e substâncias;<br>**2.2** Alterções de tonalidade das telhas cerâmicas;<br>**2.3** Desenvolvimento de vegetação nas telhas cerâmicas;<br>**3. Identificar as ações de pró-ação para os elementos do revestimento referidos em 1.:**<br>**3.1** Aplicação de produtos anti-fungicidas, antí-raízes e anti-corrosivos, como intuito de prevenir o seu aparecimento; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a jato de água sobre pressão (a definir), ar comprimido, vassoura, raspador, escadote ou grua móvel, pincel, entre outros. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP**<br>**Erros de projeto** | **OC ErEX**<br>**Erros de execução** | **OC AgdD**<br>**Agentes de degradação** | **OC Mu Man**<br>**Modo de uso/manutenção** | **OC Out**<br>**Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Sempre que necessário (ou a cada 2 anos) | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo das medidas de pró-ação no revestimento cerâmico** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 € /m2** | | |

| Componentes | Estrutura de Suporte |
|---|---|
| **$CM_{iii}$ 2** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada |
| **Modo de atuação** | Proceder a um conjunto de ações cujo objetivo principal é a prevenção de ocorrência de anomalias na estrutura de suporte. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do estrutura de suporte:**<br>**1.1** Esttrutura principal – Asnas e travamento;<br>**1.2** Estrutura secundária – varas, ripas e peça metálica da cumeeira; |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de pró-ação para os elementos da estrutura principal referidos em 1.:**<br>**2.1** Presença de poeiras, animais mortos ou outros objetos e substâncias;<br>**2.2** Desenvolvimento de fungos na estrutura de suporte;<br>**2.3** Escorrência ou aumento de volume motivado pela corrosão ou oxidação das peças metálicas<br>**3. Identificar as ações de pró-ação para os elementos da estrutura de suporte referidos em 1.:**<br>**3.1** Aplicação de produtos fungicidas, insecticidas e anti-térmitas na estrutura de madeira;<br>**3.2** Remoção da corrosão e aplicação de produtos anticorrosivos nos elementos metálicos; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a jato de água sobre pressão (a definir), vassoura, raspador, escadote ou grua móvel, pincel, entre outros. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Sempre que necessário | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo das medidas de pró-ação nos elementos da estrutura de suporte** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **35 € /m2** | | |
| **Componentes** | **Sistema de remates** | | | | |
| **$CM_{iii}$ 5** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder a um conjunto de ações cujo objetivo principal é a prevenção de ocorrência de anomalias no sistema de remates. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos constituintes do sistema de remates:**<br>**1.1** Remates em tubagens emergentes;<br>**1.2** Remates em cumeeiras e rincão;<br>**1.3** Remates no laró;<br>**1.4** Remates em paredes emergentes;<br>**1.5** Remates no beiral;<br>**1.6** Remates nas juntas de dilatação;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de pró-ação para os elementos do sistema de remates referidos em 1.:**<br>**2.1** Acumulação de detritos, sujidade superficial e vegetação parasitária;<br>**3. Identificar as ações de pró-ação para os elementos do revestimento referidos em 1.:**<br>**3.1** Aplicação de produtos anti-fungicidas e anti-raízes. | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a jato de água sobre pressão (a definir), ar comprimido, vassoura, raspador, escadote ou grua móvel , pincel, entre outros. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Sempre que necessário (ou de 2 em 2 anos) | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Custo das intervenções** | **Custo das medidas de pró-ação nos sistemas de remate** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **25 € /m2** |

| **Componentes** | **Sistema de Drenagem** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **$CM_{iii}$ 3** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder a um conjunto de ações cujo objetivo principal é a prevenção de ocorrência de anomalias no sistema de drenagem. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do sistema de drenagem:**<br>**1.1** Caleiras;<br>**1.2** Gárgulas;<br>**1.3** Tubos de queda;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de pró-ação para os elementos do sistema de drenagem referidos em 1.:**<br>**2.1** Acumulação de detritos e/ou outras substâncias que contribuam para a obstrução dos elementos de drenagem;<br>**2.2** Corrosão de elementos metálicos;<br>**3. Identificar as ações de pró-ação para os elementos do do sistema de drenagem referidos em 1.:**<br>**3.1** Aplicação de produtos anti-fungicidas, anti-raízes e anti-corrosivos; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso jato de água sobre pressão, vassoura, raspador, escadote ou grua móvel, pincel, entre outros. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP**<br>**Erros de projeto** | **OC ErEX**<br>**Erros de execução** | **OC AgdD**<br>**Agentes de degradação** | **OC Mu Man**<br>**Modo de uso/manutenção** | **OC Out**<br>**Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Sempre que necessário | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo das medidas de pró-ação nos elementos do sistema de drenagem** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 € /m2** | | |

| **Componentes** | **Elementos emergentes - Clarabóia** |
|---|---|
| **$CM_{iii}$ 4** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada |
| **Modo de atuação** | Proceder a um conjunto de ações cujo objetivo principal é a prevenção de ocorrência de anomalias na clarabóia. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos da clarabóia:**<br>**1.1** Caixilho;<br>**1.2** Ligações;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de pró-ação para os elementos da clarabóia referidos em 1.:**<br>**2.1** Acumulação de detritos e/ou outras substâncias na superficie do caixilho e nas calhas e orificios de drenagem que contribuam para a incorreto funcionamento do caixilho;<br>**2.2** Fenómenos de corrosão ou exidação nos elementos metálicos; |

<table>
<tr><td></td><td colspan="5">3. Identificar as ações de pró-ação para os elementos da clarabóia referidos em 1.:<br>3.1 Remoção e aplicação de uma camada protetora;<br>3.2 Aplicação de produtos anti-corrosivos;</td></tr>
<tr><td>Recursos envolvidos</td><td colspan="5">Recurso a jatode água sobre pressão, ar comprimido, vassoura, raspador, escadote ou grua móvel , pincel, entre outros.</td></tr>
<tr><td>Origem da ocorrência de anomalias</td><td>OC ErP<br>Erros de projeto</td><td>OC ErEX<br>Erros de execução</td><td>OC AgdD<br>Agentes de degradação</td><td>OC Mu Man<br>Modo de uso/manutenção</td><td>OC Out<br>Outras</td></tr>
<tr><td>Grau de importancia</td><td>O</td><td colspan="2">Prioridade da operação</td><td>PO I</td><td>PO U</td><td>PO C</td></tr>
<tr><td>Tempo médio entre intervenções (TMI)</td><td colspan="2">Sempre que necessário (ou de 2 em 2 anos)</td><td colspan="2">Entidade responsável</td><td colspan="2">Técnico especializado (Te)</td></tr>
<tr><td>Custo das intervenções</td><td colspan="2">Custo das medidas de pró-ação nos elementos da claraboia</td><td colspan="3">Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos</td><td>30 € /m2</td></tr>
</table>

| Operações de Manutenção | CONTEÚDOS PARA CORREÇÃO ($CM_{IV}$) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Instruções gerais** | A execução da operação de correção das coberturas **em ambiente moderadamente agressivo** e para **nível de manutenção II** – com necessidade de recurso a produtos específicos para manutenção do elemento e componentes.<br>As operações de correção tem como objetivo devolver o desempenho inicial dos elementos da coberturas mediante correções. Esta operação normalmente é sempre precedida por uma inspeção. | | | | |
| **Componentes** | **Revestimentos** | | | | |
| **$CM_{IV}$ 1** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder à reparação de anomalias com extensão e gravidade consideráveis, que prejudicam o correto funcionamento do revestimento. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do revestimento:**<br>**1.1** Telhas cerâmicas;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de correção para os elementos do revestimento referidos em 1.:**<br>**2.1** Fissurações, quebra ou deformações de telhas cerâmicas que não justufiquem a sua substituição;<br>**2.2** Desalinhamento, sobreposição insuficiente ou excessiva das telhas cerâmicas;<br>**2.3** Desprendimento ou deslocamento das telhas cerâmicas;<br>**3. Identificar as ações de correção para os elementos do revestimento referidos em 1.:**<br>**3.1** Reforço da estrutura de suporte através do aumento da sua secção ou aplicação de fibras de carbono, armaduras longitudinais ou argamassa epóxida armada;<br>**3.2** Recolocação correta das telhas desprendidas ou desalinhadas; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso escadote ou equipamento com grua móvel dependente da cercea do edificio, material para reparação. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | ● | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Sempre que necessário | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da correção dos elementos do revestimento cerâmico** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **15 € /m2** | | |

| Componentes | Estrutura de Suporte |
|---|---|
| **$CM_{IV}$ 2** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada |
| **Modo de atuação** | Proceder à reparação de anomalias com extensão e gravidade consideráveis, que prejudicam o correto funcionamento da estrutura de suporte. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do estrutura de suporte:** |

| | |
|---|---|
| | **1.1** Estrutura principal – Asnas e travamento;<br>**1.2** Estrutura secundária – varas, ripas e peça metálica da cumeeira;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de substituição para os elementos da estrutura principal referidos em 1.:**<br>**2.1** Ataque biológico e podridão da madeira (ataque insectos xilofagos);<br>**2.2** Deformação acentuada da estrutura;<br>**2.3** Fissuras, fraturas na estrutura;<br>**2.4** Ocorrência de condensações na estrutura;<br>**3. Identificar as ações de substituição para os elementos da estrutura de suporte referidos em 1.:**<br>**3.1** Reparação e tratamento da madeira atacada por insetos xilofagos através do saneamento pontual das zonas afetadas e com reparação dos elementos atingidos. O seu tratamento curativo é efetuado com produtos protetores hidrossoluvéis, emulsões ou protetores solventes de origem orgânica, mistos ou orgânica natural;<br>**3.1** Reforço da estrutura de suporte através do aumento da sua secção ou aplicação de fibras de carbono, armaduras longitudinais ou argamassa epóxida armada;<br>**3.2** Aplicação de elementos intermédios, de forma a conferir maior estabilidade; |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a jato de água sobre pressão (a definir), vassoura, raspador, escadote ou grua móvel, pincel, entre outros. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Sempre que necessário | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo dacorreção dos elementos da estrutura de suporte** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **75 € /ml** | | |

| **Componentes** | **Isolamento térmico** |
|---|---|
| **$CM_{iv}$ 3** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada |
| **Modo de atuação** | Proceder à reparação de anomalias com extensão e gravidade consideráveis, que prejudicam o correto funcionamento do isolamento. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações para os elementos do isolamento térmico:**<br>**1.1** Isolamento térmico;<br>**1.2** Envolvente do isolamento térmico;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de correção para os elementos do isolamento térmico referidos em 1.:**<br>**2.1** Fissuras, roturas ou desprendimentos da camada de isolamento térmico;<br>**2.2** Humidades e manchas na camada de isolamento térmico;<br>**3. Identificar as ações de correção para os elementos do isolamento térmico referidos em 1.:**<br>**3.1** Reparação de fissuras e desprendimentos através de colagem ou aplicação de elementos intermédios, de forma a conferir maior estabilidade; |
| **Recursos envolvidos** | Recurso escadote, material para reparação. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Sempre que necessário | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da correção dos elementos do isolamento térmico** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **15 €/m2** | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Componentes** | **Sistema de remates** | | | | |
| **$CM_{IV}$ 4** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder à reparação de anomalias com extensão e gravidade consideráveis nos remates, que prejudicam o correto funcionamento da cobertura. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos constituintes do sistema de remates:**<br>**1.1** Remates em tubagens emergentes;<br>**1.2** Remates em cumeeiras e rincão;<br>**1.3** Remates no laró;<br>**1.4** Remates em paredes emergentes;<br>**1.5** Remates no beiral;<br>**1.6** Remates nas juntas de dilatação;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de correção para os elementos do sistema de remates referidos em 1.:**<br>**2.1** Fissuras, fraturas ou descolamento nos rufos dos remates ou nas telas asfalticas;<br>**2.2** Isuficiente recobrimento dos rufos metálicos que constituem os remates;<br>**2.3** não linearidade e encaixe deficiente das telhas nos remates;<br>**2.4** falta de inclinação das telhas nos remates;<br>**3. Identificar as ações de correção para os elementos do revestimento referidos em 1.:**<br>**3.1** Reparação das fissuras e pontos de rotura através de trabalhos de chapearia e soldadura dos rufos metálicos;<br>**3.2** Reparação das fissuras e pontos de rotura com utilização de produtos elásticos e ligantes nos elementos de alvenaria;<br>**3.3** Aplicação de um encaixe correcto das telhas nos remates através de elementos de fixação corretamente aplicados;<br>**3.4** Reparação da inclinação das telhas cerâmicas junto aos remates através da aplicação de produtos de alvenaria ou elementos de fixação adequados; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou equipamento com grua móvel dependente da cercea do edificio, material para reparação. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Sempre que necessário | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Custo das intervenções** | **Custo da correção dos elementos dos sistemas de remate** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **75 € /m2** |

| **Componentes** | **Sistema de Drenagem** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **$CM_{IV}$ 5** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder à reparação de anomalias com extensão e gravidade consideráveis, que prejudicam o correto funcionamento do sistema de drenagem. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do sistema de drenagem:**<br>**1.1** Caleiras;<br>**1.2** Gárgulas;<br>**1.3** Tubos de queda;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de correção para os elementos do sistema de drenagem referidos em 1.:**<br>**2.1** Amolgadelas, fissuras ou pontos de rotura nos elementos de drenagem;<br>**3. Identificar as ações de correção para os elementos do do sistema de drenagem referidos em 1.:**<br>**3.1** Reparação de fissuras e desprendimentos através de trabalhos de chapearia e soldadura; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso escadote ou equipamento com grua móvel dependente da cercea do edificio, material para reparação. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | ● | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Sempre que necessário | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da correção dos elementos do sistema de drenagem** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **20 €/ml** | | |

| **Componentes** | **Sistema de Ventilação** |
|---|---|
| **$CM_{IV}$ 6** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada |
| **Modo de atuação** | Proceder à reparação de anomalias com extensão e gravidade consideráveis, que prejudicam o correto funcionamento do sistema de ventilação. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do sistema de ventilação:**<br>**1.1** Condutas verticais emergentes;<br>**1.2** Impermeabilização;<br>**1.3** Rufo metálico;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de correção para os elementos do sistema de ventilação referidos em 1.:** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **2.1** Amolgadelas, fissuras ou pontos de rotura nas condutas verticais emergentes e no rufo metálico;<br>**2.2** Perfuração, rasgos, descolamento ou retração da impermeabilização;<br>**3. Identificar as ações de correção para os elementos do sistema de ventilação referidos em 1.:**<br>**3.1** Reparação das fissuras e pontos de rotura através de trabalhos de chapearia e soldadura; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso escadote ou equipamento com grua movel dependente da cercea do edificio, material para reparação. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Sempre que necessário | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da correção dos elementos do sistema de ventilação** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **30 €/ml** | | |

| **Componentes** | **Elementos emergentes - Chaminé** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **$CM_{IV}$ 7** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder à reparação de anomalias com extensão e gravidade consideráveis, que prejudicam o correto funcionamento da chaminé. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos da chaminé:**<br>**1.1** Corpo da chaminé;<br>**1.2** Impermeabilização;<br>**1.3** Rufo metálico;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de correção para a chaminé referidos em 1.:**<br>**2.1** Fissuras, deformações ou assentamentos no rufo metálico ou na impermeabilização;<br>**2.2** Perda de material ou sinais de pancadas que marquem ou trinquem a superficie e o corpo da chaminé;<br>**3. Identificar as ações de correção para os elementos da chaminé referidos em 1.:**<br>**3.1** Reparação das fissuras e pontos de rotura através de trabalhos de chapearia e soldadura dos rufos metálicos;<br>**3.2** Reparação das fissuras e pontos de rotura com utilização de produtos elásticos e ligantes tanto no corpo da chaminé como na impermeabilização; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso; escadote ou equipamento com grua movel dependente da cercea do edificio, material para reparação. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Sempre que necessário | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da correção dos elementos da chaminé** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **100 €/ml** | | |

| **Componentes** | **Elementos emergentes - Clarabóia** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **$CM_{Iv}$ 8** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Sistemática/Condicionada | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder à reparação de anomalias com extensão e gravidade consideráveis, que prejudicam o correto funcionamento da clarabóia. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos da clarabóia:**<br>**1.1** Caixilho;<br>**1.2** Impermeabilização;<br>**1.3** Ligações;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de correção para a clarabóia referidos em 1.:**<br>**2.1** Revestimento da anodização do caixilho com riscos ou degradado;<br>**2.2** Deformações, furos e outras danos similares no caixilho;<br>**2.3** Desprendimentos, folgas, deformações nos mecanismos do caixilho;<br>**2.4** Perfuração, rasgos, descolamento ou retração da impermeabilização;<br>**3. Identificar as ações de correção para a clarabóia referidos em 1.:**<br>**3.1** Reparação das fissuras e pontos de rotura através de trabalhos de chapearia e soldadura na caixilharia;<br>**3.2** Reparação dos mecânismos da caixilharia através de ajustes, aparafusamento e lubrificação das ligações;<br>**3.2** Reparação das fissuras e pontos de rotura com utilização de produtos elásticos e ligantes na impermeabilização; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou equipamento com grua movel dependente da cercea do edificio, material para reparação. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | Sempre que necessário | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da correção dos elementos da claraboia** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **50 € /m2** | | |

| Operações de Manutenção | CONTEÚDOS PARA SUBSTITUIÇÃO ($CM_V$) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Instruções gerais** | A execução da operação de substituição das coberturas **em ambiente moderadamente agressivo** e para **nível de manutenção II** – recurso a técnico especializado e com necessidade de recurso a produtos específicos para manutenção do elemento e componentes.<br>As operações de substituição tem como objetivo devolver o desempenho inicial dos elementos mediante substituições. | | | | |
| **Componentes** | **Revestimentos** | | | | |
| **$CM_V$ 1** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Condicionada | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma substituição total ou parcial dos elementos de revestimento cerâmico. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do revestimento:**<br>**1.1** Telhas cerâmicas;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de substituição para os elementos do revestimento referidos em 1.:**<br>**2.1** Fissurações, quebra ou deformações de telhas cerâmicas;<br>**2.2** Desprendimento ou deslocamento das telhas cerâmicas;<br>**2.3** Alterações irreversivéis da tonalidade das telhas cerâmicas;<br>**3. Identificar as ações de substituição para os elementos do revestimento referidos em 1.:**<br>**3.1** Substituição total ou parcial das telhas cerâmicas danificadas; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso escadote ou equipamento com grua móvel dependente da cercea do edificio, material para substituição. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP**<br>**Erros de projeto** | **OC ErEX**<br>**Erros de execução** | **OC AgdD**<br>**Agentes de degradação** | **OC Mu Man**<br>**Modo de uso/manutenção** | **OC Out**<br>**Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | 50 em 50 anos | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da substituição total dos elementos do revestimento cerâmico** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **50 € /m2** | | |

| Componentes | Estrutura de Suporte |
|---|---|
| **$CM_V$ 2** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Condicionada |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma substituição total ou parcial da estrutura de suporte. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do estrutura de suporte:**<br>**1.1** Estrutura principal – Asnas e travamento;<br>**1.2** Estrutura secundária – varas, ripas e peça metálica da cumeeira;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de substituição para os elementos da estrutura principal referidos em 1.:** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **2.1** Ataque biológico e podridão da madeira (ataque insectos xilofagos);<br>**2.2** Deformação acentuada da estrutura;<br>**2.3** Fissuras, fraturas na estrutura;<br>**2.4** Ocorrência de condensações na estrutura;<br>**3. Identificar as ações de substituição para os elementos da estrutura de suporte referidos em 1.:**<br>**3.1** Substituição total da estrutura de suporte;<br>**3.2** Substituição parcial da estrutura de suporte (substituição de elementos da estrutura principal ou secundária);<br>**3.3** Substituição dos elementos de ligação metálicos da estrutura de suporte; | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou equipamento com grua móvel dependente da cercea do edificio, material para substituição. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | 40 em 40 anos | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da substituição total dos elementos da estrutura de suporte** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **60 € /m2** | | |

| **Componentes** | **Isolamento térmico** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **$CM_v$ 3** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Condicionada | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma substituição total ou parcial do isolmento térmico. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações para os elementos do isolamento térmico:**<br>**1.1** Isolamento térmico;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de substituição para os elementos do isolamento térmico referidos em 1.:**<br>**2.1** Fissuras, roturas ou desprendimentos da camada de isolamento térmico;<br>**2.2** Humidades e manchas na camada de isolamento térmico;<br>**3. Identificar as ações de substituição para os elementos do isolamento térmico referidos em 1.:**<br>**3.1** Substituição total do isolamento térmico;<br>**3.2** Substituição parcial do isolamento térmico (pontos da cobertura em que não há continuidade do isolamento térmico); | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou equipamento com grua móvel dependente da cercea do edificio, material para substituição. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | 20 em 20 anos | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da substituição total dos elementos do isolamento térmico** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **15 € /m2** | | |

| **Componentes** | **Sistema de remates** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **$CM_v$ 8** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Condicionada | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma substituição total ou parcial do sistema de remates. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos constituintes do sistema de remates:**<br>**1.1** Remates em tubagens emergentes;<br>**1.2** Remates em cumeeiras e rincão;<br>**1.3** Remates no laró;<br>**1.4** Remates em paredes emergentes;<br>**1.5** Remates no beiral;<br>**1.6** Remates nas juntas de dilatação;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de substituição para os elementos do sistema de remates referidos em 1.:**<br>**2.1** Fissuras, fraturas ou descolamento nos rufos dos remates ou nas telas asfalticas;<br>**2.2** Isuficiente recobrimento dos rufos metálicos que constituem os remates;<br>**2.3** não linearidade e encaixe deficiente das telhas nos remates;<br>**2.4** falta de inclinação das telhas nos remates;<br>**3. Identificar as ações de substituição para os elementos do revestimento referidos em 1.:**<br>**3.1** Substituição total dos elementos dos remates (alvenaria, impermeabilização e rufos metálicos);<br>**3.2** Substituição parcial dos elementos da clarabóia (substituição de troços de alvenaria, troços da impermeabilização ou do rufo metálico); | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou equipamento com grua movel dependente da cercea do edificio, material para substituição. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP**<br>**Erros de projeto** | **OC ErEX**<br>**Erros de execução** | **OC AgdD**<br>**Agentes de degradação** | **OC Mu Man**<br>**Modo de uso/manutenção** | **OC Out**<br>**Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | 25 e 25 anos | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da substituição total dos sistemas de remate** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **170 €/ml** | | |

| **Componentes** | **Sistema de Drenagem** |
|---|---|
| **$CM_v$ 4** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Condicionada |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma substituição total ou parcial do sistema de drenagem. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do sistema de drenagem:**<br>**1.1** Caleiras;<br>**1.2** Gárgulas;<br>**1.3** Tubos de queda;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de substituição para os elementos do sistema de drenagem referidos em 1.:** |

| | |
|---|---|
| | **2.1** Amolgadelas, fissuras ou pontos de rotura nos elementos de drenagem;<br>**2.2** Corrosão de elementos metálicos que contribuam para a rotura dos elementos de drenagem;<br>**2.3** Mudança de tonalidade dos elementos de drenagem que evidencie a sua deteorização;<br>**3. Identificar as ações de substituição para os elementos do sistema de drenagem referidos em 1.:**<br>**3.1** Substituição total dos elementos de drenagem (caleiras, gárgulas e tubos de queda);<br>**3.2** Substituição parcial dos elementos de drenagem (substituição de troços nos elementos do sistema de drenagem);<br>**3.3** Substituição dos elementos de fixação metálicos do sistema de drenagem; |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou equipamento com grua movel dependente da cercea do edificio, material para substituição. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Grau de importancia** | ● | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | **25 em 25 anos** | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Custo das intervenções** | **Custo da substituição total dos elementos do sistema de drenagem** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **45 € /ml** |

| **Componentes** | **Sistema de Ventilação** |
|---|---|
| **$CM_v$ 5** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Condicionada |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma substituição total ou parcial do sistema de ventilação. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos do sistema de ventilação:**<br>**1.1** Condutas verticais emergentes;<br>**1.2** Impermeabilização;<br>**1.3** Rufo metálico;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de correção para os elementos do sistema de ventilação referidos em 1.:**<br>**2.1** Amolgadelas, fissuras ou pontos de rotura nas condutas verticais emergentes e no rufo metálico;<br>**2.2** Perfuração, rasgos, descolamento ou retração da impermeabilização;<br>**3. Identificar as ações de correção para os elementos do sistema de ventilação referidos em 1.:**<br>**3.1** Substituição total dos elementos de ventilação (condutas verticais emergentes, impermeabilização e rufo metálico);<br>**3.2** Substituição parcial dos elementos de drenagem (substituição de troços nas condutas verticais emergentes, na impermeabilização e no rufo metálico);<br>**3.3** Substituição dos elementos de fixação metálicos do sistema de ventilação; |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou equipamento com grua movel dependente da cercea do edificio, material para substituição. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | 35 em 35 anos | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da substituição total dos elementos do sistema de ventilação** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **100 €/ud** | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Componentes** | **Elementos emergentes - Chaminé** | | | | |
| **$CM_v$ 6** | | | | | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Condicionada | | | | |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma substituição total ou parcial da chaminé. | | | | |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos da chaminé:**<br>**1.1** Corpo da chaminé;<br>**1.2** Impermeabilização;<br>**1.3** Rufo metálico;<br>**2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de substituição para a chaminé referidos em 1.:**<br>**2.1** Fissuras, deformações ou assentamentos no rufo metálico ou na impermeabilização;<br>**2.2** Perda de material ou sinais de pancadas que marquem ou trinquem a superficie e o corpo da chaminé;<br>**3. Identificar as ações de substituição para os elementos da chaminé referidos em 1.:**<br>**3.1** Substituição total dos elementos da chaminé (corpo da chaminé, impermeabilização e rufo metálico);<br>**3.2** Substituição parcial dos elementos de drenagem (substituição de troços no corpo da chaminé, na impermeabilização e no rufo metálico); | | | | |
| **Recursos envolvidos** | Recurso a escadote ou equipamento com grua móvel dependente da cercea do edificio, material para substituição. | | | | |
| **Origem da ocorrência de anomalias** | **OC ErP Erros de projeto** | **OC ErEX Erros de execução** | **OC AgdD Agentes de degradação** | **OC Mu Man Modo de uso/manutenção** | **OC Out Outras** |
| **Grau de importancia** | **O** | **Prioridade da operação** | **PO I** | **PO U** | **PO C** |
| **Tempo médio entre intervenções (TMI)** | 50 em 50 anos | **Entidade responsável** | Técnico especializado **(Te)** | | |
| **Custo das intervenções** | **Custo da substituição total do elementos da chaminé** | **Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos** | **100 €/m2** | | |

| | |
|---|---|
| **Componentes** | **Elementos emergentes - Clarabóia** |
| **$CM_v$ 7** | |
| **Estratégia de Manutenção** | **MANUTENÇÃO PREVENTIVA** Condicionada |
| **Modo de atuação** | Proceder a uma substituição total ou parcial da clarabóia. |
| **Procedimentos** | **1. Observar as várias situações acerca do estado dos elementos da clarabóia:**<br>**1.1** Caixilho;<br>**1.2** Impermeabilização;<br>**1.3** Ligações; |

<table>
<tr><td></td><td colspan="5">2. Identificar as principais anomalias que justificam as ações de substituição para a clarabóia referidos em 1.:<br>2.1 Revestimento da anodização do caixilho com riscos ou degradado;<br>2.2 Deformações, furos e outras danos similares no caixilho;<br>2.3 Desprendimentos, folgas, deformações nos mecanismos do caixilho;<br>2.4 Perfuração, rasgos, descolamento ou retração da impermeabilização;<br>3. Identificar as ações de substituição para a clarabóia referidos em 1.:<br>3.1 Substituição total dos elementos da clarabóia (caixilho, impermeabilização e ligações);<br>3.2 Substituição parcial dos elementos da clarabóia (substituição dos elementos translucidos do caixilho, troços da impermeabilização ou do rufo metálico);<br>3.3 Substituição dos elementos de ligação e mecanismos da clarabóia e caixilho;</td></tr>
<tr><td>Recursos envolvidos</td><td colspan="5">Recurso a escadote ou equipamento com grua móvel dependente da cercea do edificio, material para substituição.</td></tr>
<tr><td>Origem da ocorrência de anomalias</td><td>OC ErP<br>Erros de projeto</td><td>OC ErEX<br>Erros de execução</td><td>OC AgdD<br>Agentes de degradação</td><td>OC Mu Man<br>Modo de uso/manutenção</td><td>OC Out<br>Outras</td></tr>
<tr><td>Grau de importancia</td><td>O</td><td>Prioridade da operação</td><td>PO I</td><td>PO U</td><td>PO C</td></tr>
<tr><td>Tempo médio entre intervenções (TMI)</td><td colspan="2">40 em 40 anos</td><td>Entidade responsável</td><td colspan="2">Técnico especializado (Te)</td></tr>
<tr><td>Custo das intervenções</td><td colspan="2">Custo da substituição total do elementos da claraboia</td><td colspan="2">Estão englobados os custos dos materiais, mão de obra e equipamentos</td><td>620 € /ud</td></tr>
</table>